₹2001-0030891

(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)

(51) Int. CI." HOIL 43/08 (11) 공개번호 특2001-003099 (43) 공개일자 2001년04월16일

च्या अस्ति । न सम्बद्धाः स्टास्ट्रकः व्याप्तिकानाम् सम्बद्धाः स्टास्ट्रकः	
(21), 출원번호 (22), 출원일자	10-2000:0054157 2000년:09월15일
(30) 유선권조장	[999-262527 999년09월16일 일본(JP) 999-263741 (1999년09월17일 일본(JP) 2009-266663 2000년09월01일 일본(JP)
(71) 출원인	2000-265664 , 2000년 09월 01일 : 일본(JP) 강북시계강이자, 도사바 : 다셨무로 타이죠
(32)、2号及	일본국、기단기인인생 기업사인(本) 사이인이구 호리기암조 72반자 이도마(대교이자)로 일본에 61기생선 다이사이오바꾸글류(永) 선
	广沙区 位现在
	월본기나키인종요교하면)사이오바꾸이찌가오포54는2오꾸또스이찌기오인-61년 사이 도요사이기
	일본》化学的图象投资的从1000的中央2015的中43-2000是已不同家人的主义 2602 从2006以第分
	当三之(4万)(2003) 现在1000000000000000000000000000000000000
• .	3 X C =0
(74). HEE	일본기본기역(명요)고하다(차이) 오바꾸에 고대로 제2도 3-307 국명장, 장소길

£

(Sitem) was an in manner to

見学

제》, 반강자성흥/제 [출자성흥/제4 유전체흥/제2 강자성흥/제2 유전체흥/제3 강자성흥/제2 반강자성흥미 작흥된 강자성 마중 타일 집합을 갖는 자기 저용 효과 소자로서, 프라흥안 제2 강재성흥미 Go 개 함큼 또 또 Go 기 합금까(High 합금/Go 기 합금으로 구성된 3층막으로 메루어지고, 제1 내지 제3 강자성흥으로 타 글 전류가 드른다:

DIFF

£1

4001

강지성층, 반강자성흥, 유전체층, DI충 단발 전함, 자기 개항 효과 소자, 터밀 전류

2 A.H

EBU ZBS MA

동네은 본 발명의 제대 자기 저항 효과 소자의 기본 규조를 나타내는 단면도.

도 2는 본 발명의 제2 자기 저항 효과 소자의 기본 구조를 나타내는 단면도.

도 3은 본 발명의 제3 자가 저항 효과 소자의 계본 구조를 나타내는 단면도,

도 4는 본 발명의 제4 자기 저항 효과 소자의 기본 구조를 나타내는 단면도.

도 5는 본 발명의 제4 자기 저항·효과 소자의 변형예의 기본 구조를 LIETH는 단면도.

도 6은 MDS 트랜지스터와 강자병 이중 터닐 전향 소자를 조합한 자기 메모리 장치(MRAM)의 등가 회로도.

- 도 7은 강자성 미층 터널 접합 소자의 관층이 비트선의 일부를 구성하는 도 6의 까째의 단면도.
- 도용은 다이오드와 강지성 이중 터널 접합 소자를 조합한 MRAN의 등가 회로도.
- 도 있는 강자성 미중 타닐 집합 소자의 판총이 비트선의 일부를 구성하는 도 8의 ARAN의 단면도
- 도 10은 본 발명의 다른 세계에 미용되는 강자성 미중 터닐 접합 소자의 단면도.
- 도 이윽으로 발명의 다른 세면에 마음되는 강자성 마중 터널 접합 소자의 단면도
- 도 12는 본 발명의 타른 배에에 이용되는 강자성 이중 터널 접합 소자의 단면도
- 도 13은 본 발명에 따른 MRAM의 제를 나타내는 단면도.
- 도 전문 본 발명에 따른 MRNU 다른 예를 만든대는 단면도,
- 도 15는 본 발명에 따른 자기 저항 효과 소지의 타른 예를 나타내는 단면도.
- 도 16은 본 발명에 따른 자기 저항 높과 소자의 다른 예를 나타내는 단면도...
- 도 17은 본 발명에 따른 자기 저항 효과 소자의 다른 예를 나타내는 단면도...
- 도 18은 본 발명에 따른 터날 접합형 자기 저항 호과 소자를 포함하는 저기 저항 호과 헤드를 탑재한 자기 헤드: 마셈블리의 사시도
- 도 19는 도 18에 도시된 자기 헤드 이셈불리를 탈재한 것기 다소크 장치의 내부 수조를 나타내는 사사도
- 도 20은 실시에 및 사로 사및 8일 자기 저항 호과 목성을 도시한 도명,
- 도 21은 실시에 약 시로 A, B'및 C에 대해 자기 저항 변화율의 연기 전압 인존성을 도치한 도면.
- 三之二、全人的19、人民人,19、100、11的 音多、大多型、电影、文字、音等 2000只 否如言、任田、도思、
- 도 23은 실시예2의 사료 A2 및 B2의 자기 저항 호과 곡선을 도시한 도면,
- 도 24는 실시예2의 사로 A2, B2 및 C2에 대해 자기 저항 변화들의 인기 전압 인존성을 도시한 도면
- 도 25는 실시예2의 시로 42 82 및 02에 대해 필스 지점의 반전 횟수와 돌락 전압하다 관계를 나타면 호
- 도 26은 실시예3의 시료 A3및 B3의 자기 저항 효과 공전을 도시한 도면,
- 도 27은 실시에 8의 시로 43, 83 및 63에 대해 자기 경험 변화율의 인기 전압 의존생을 도시한 도면,
- 도 28은 실시에 3위 시로 49, 83 및 03에 대해 필스 지장의 반전 횟수와 풀려 전압과인 관계를 나타낸 도면
- 도 29는 실시에 4의 시로 세일 14의 지기 위한 호기 곡선을 도시한 도면.
- '도 30은 실시마4의 사료 M. Bi 및 64에 대해 자기 저항 변화율의 인가 전압 의존성을 나타낸 도면
- 도 31은 실시에4의 시료 A4, B4 및 D4에 대해 필스 자장의 반천 횟수와 불력 전압파의 관계를 나타낸 도 면
- 도 32는 실시에5에 있어서와 괜층이 비트전의 일부를 구성하는 자기 저할 효과 소자의 단단도,
- 도 33은 실시에5의 시료 45 및 85의 자기 저항 효과 곡선을 나타낸 도면
- 도 34는 실시에5의 사료 45, 85 및 05에 대해 자기 저희 변화율의 인가 전압 의존성을 나타낸 도면,
- 도 35는 실시예5의 서로 A5, 35, 05 및 E5에 대해 필스 지장의 반전 횟수와 출력 전압과의 관계를 나타낸. 도면
- 도 36은 실시에 7의 사료 T1, T2 및 T3에 대해 접합 폭과 자기 저항 변화율과의 관계를 나타낸 도면.
- 도 37은 실시에 7의 사료 자, T2 및 T3에 대해 자기 저항 변화율의 인가 전압 의존점을 나타내는 도면, 《도면의 주요 부분에 대한 부호의 실험》
- 10、20、30、40: 八刀 저能 盘卸 公지
- 11. 24. 31 : 제1 반강자성출
- 12, 21, 32, 41 : 제1 김지성층
- 13, 22, 33, 42 : 제1 乌及秋春
- 14, 23, 34, 43 : 제2 김자성층
- 15, 26, 37, 48 : 제2 异西利春
- 16, 25, 36, 45 : 제3 김자성층
- 17, 35 : 제2 반감지성증
- 27, 38, 47 : 제4 강자성총
- 39 : 제3 반강자성증

49 ... 제5 강자성층

44 제 비자성총

46 : 제2 비지성층

프림의 상세관 설명

<u> 보열이 속하는 기술분야 및 그 보이의 중리기술</u>

본 발명은 강지성 이중 타닐 접합을 갖는 자가 저항 효과 조자 및 그것을 이용한 자기 메모리 잠치에 관 한 것이다.

자기 저항 호과는 강자성체에 자장을 인기하면 전기 저항이 변호하는 현상이다는 이 효과를 이용한 자기 저항 호과 소자(MP: 소자)는 본도 안정성에 우수하고 사용 온도 범위가 넓다는 특징이 있기 때문에 자기 헤드나 자기 센처등에 이용되고 최근에는 자기 메모리 장치(MPAM)등메모(이용되고 시작하고 있다. 이들 의 자기 저항 호과 소자는 외부 자계에 대해 강도가 크고 응답 속도기 빠르도록 요구된다.

지문에는 2개의 강자성을 사이에 유전체들을 삽입한 샌드위치막을 포함하고, 막면에 수지으로 흐르는 터널 전류를 마용하는 자기 저항 효과 소자, 소위 암자성 터널 접합 소자(터널 접합증 자기 저항 효과 소자, 소위 암자성 터널 접합 소자(터널 접합증을 나타낸다(시 APPE Phys. 79, 4724(1996)) 이 때문에 TMR을 자기 해드나 자기 저항 효과 메모리로 응용할 수 있을 가능성이 높아졌다. 그러나, 이 강지성 실글 터널 접합 소재에서는 원하는 혹력 전압치를 얻기 위해 인가 전압을 들리면 자기 저항 변화율이 상당히 감소하게 된다는 문제가 있다(Phys. Rev. Lett. 74, 3278(1995)).

또한, 강자성, 성급 턴일 접합을 규정하는 한쪽의 강자성용에 접하여 반강자성용을 설치하고, 이 강자성 용을 자화 고착용으로 한 구조를 포함하는 강자성 상을 턴일 접합 소자가 제안되고 있다(투개명(0~422)) 그러나도 이 강자성 성급 턴일 접합 소자라도 마찬가지로 원하는 출력 전압자를 얻기 위해 인기 전압을 늘 리면 자가 저항 변화율이 상당히 감조하게 되다는 문제가 있다는

한편, Fe/Ge/Fe/Ge/Fe라는 적흥 구조를 합성한 강자성 미중 터널 접합을 갖는 자가 저항 효과 소자에 있 이저는 소프 편극 공명 터널 효과에 따라 큰 때 변화율을 얻을 수 있게 된다는 것이 미론적으로 예상되고 있다(Phys. Rev. B55, 5484 (1997)). 그러나, 미경은 저본(6K)에서의 결과로자 실본에서는 상기된 비언 같은 현경이 발생하는 것은 예상되지 않는다. 또, 미리한 예에서는 시고, 'SIC, AIN 등의 유전체를 이용 하자 않는다. 또한 상기 구조의 강자성 미중 터널 접합 소자는 반강자성들에서 편된 강자성들이 경기 때문에 WRM 등에 사용하면 및번의 기업으로 인해 자회 교육을 일부의 자기 모멘트가 회전하는 결과로써 즐릭에 서서히 저하된다는 문제가 있다.

물럭비 서서히 서하된다는 문제가 있다.
또한, 자성 입자를 분산시킨 요전체용을 포함하는 강자성 다중 터널 접합 소자가 제안되고 있다(Phys. Rev. B56(10), R5747(1997), 응용 자기학회자 23. (+22 (1999)), 464, Phys. Lett. 73(19), 2829(1998)), 이러한 소자들이더라도 20% 비상인 자기 저항 변화물을 얻을 수 있게 되었기 때문에 자기 해보다 자기 저항 호교 메모리에의 응용이 기태되고 있다. 통해, 강자성 이중 단결 접합 소자는 연기 전압을 늘려도 자기 저항 변화물의 감소기 주다고 하는 이점이 있다. 그러나, 헤러한 소자들이더라도 바라자성층에서 핀 강자성층에 있기 때문에, MRM 등에 사용하면 및변의 기업으로 인해 자화 고착용 일부의 자기 모멘트 및 화전하는 결과로써, 출력에 서서하 저하는다는 문제가 있다. 또한, 연속으로 이루어지는 강자성등을 이용한 강자성 이중 터널 접합 소자(Appl. Phys. Lett. 73(19), 2829(1998))에서는 유전체층에 삽입된 강자성층이 Cof Nicker 등의 단속막으로 이루어지기 때문에 전략, 자체에 역해 자기 모멘트를 반전세키기 위한 반장 자자을 자유하는 가지 모멘트를 반전세키기 위한 바탕, 도한 경우 자자를 가고 모멘트를 반전세키기 위한 반장 자자을 자유하는 무제도 있었다.

강자성 터널 접힌 소자를 세계 등에 응용하는 경우 배선(비트선 또는 워드선)에 전류를 돌림에 따라 자화가 고착되지 않은 강자성용(프리용) 자기 기록용)에 외분 자체(진류 자계)를 인강하여 자기 기록용의 자화를 받전시킨다. 미모리나는 메모리얼의 축소와 함께 자기 기록용의 자화의 반전에 필요한 자계(소위성 자계)가 증가하고 가입을 위해 배선에 대전류를 즐릴 필요가 있다. 이 때문에는 MRAM의 가영 용당의 중대와 함께 기입시 소비 전략이 증가한다는 메를 들면, 166 이상의 고말도 제계 티바이스에서는 전류 자계에 의한 기입시 배선에 즐리는 전류 말도가 증대하여 배선이 응용된다는 문제가 생길 우려도 있다.

이러한 문제에 대처하는 하나의 방법으로서 스핀 프득한 스핀 전류를 추입하고 자화 반전을 행하는 사도가 이루어지고 있다(J. Mag. Mag. Mat., 159(1996))나 J. Mag. Mag. Mat., 202(1999))157() 그러나, 스핀 전류를 주입하여 자화 반전을 행하는 방법에 따르면 TMR 소자를 흐르는 전류 말도가 커지고 나할 절면 흥미 파괴될 우려가 있다. 또한, 스핀 주입에 적합한 소재 구조는 마직 제안되지 않는다.

2000 01章 ZX 可是 对金哥 多观

본 발명의 목적은, 원하는 출력 전압치를 얻기 위해 언가 전압을 늘리더라도 자기 저항 변화율이 그다지 감소하지 않고, 기업으로 인해 자화 고착층 일부의 자기 모멘트가 회전하며 출력이 사사하 저하하는 문제 또 없으며, 또한 강자성총의 모멘트를 반전시키기 위한 반전 자장을 자유롭게 설계할 수 있는 터널 접합 형 자기 저항 효과 소자 및 자기 배모리 장치를 제공하는 것에 있다.

본 발명의 다른 목적은, 메모리셀의 축소에 따르는 자기 기록층의 자화를 반전시키기 위한 반전 지장의 증기를 억제할 수 있는 터널 접합형 자기 저항 효과 소자 및 자기 메모리 장치를 제공하는 것에 있다. 본 발명의 또 다른 목적은: 스핀 주입에 취합한 구조를 포함하고 배선 및 IMP 소재에 흐르는 전류 밀도를 역제할 수 있는 자기 메모리 장치 및 미리한 자기 메모리 장치에의 가입 방법을 제공하는 것에 있다.

본 발명의 제1 자기 저항 효과 소자는, 제1 반강자성층/제1 강자성층/제1 유전체층/제2 강자성층/제2 유전체층/제3 강자성층/제2 반강자성층이 적층된 강자성 이중 터널 접합을 포함하고, 상기 제2 강자성층이 66 기 합금 또는 160기 합금/NI-Fe 합금/Co 기 합금으로 구성된 3층막으로 미루어지고, 상기 제1 내지 제 3 강자성층에 터널 전류가 흐른다.

본 발명의 제2 제기 저항 효과 소자는 제1 강자생홍/제1 유전제홍/제2 강자성홍/제1 반강자성홍/제3 강사성홍/제2 유전제홍/제4 강자성홍이 적충된 강자성 이중 터널 접합을 포함하고 상가 제1 및 제4 강자성홍이 CC 기 합금 또는 CO 기 합금/N1-Fe 합금/CO 기 합금으로 구성된 3층막으로 마루어지고, 상기 제1 내지 제4 강자성흥에 터널 전류가 흐른다.

본 발명의 제3 자기 저항 효과 소자는 제1 반강자성총/제1 강자성총/제1 유전체총/제2 강자성총/제2 반 강자성총/제3 강자성총/제2 유전체총/제4 강자성총/제3 반강자성총이 접촉된 강자성 이중 터널 접합을 포 입하고 상기 제1 및 제4 강자성총 또는 상기 제2 및 제3 강자성총이 다고 합금 또는 Go 기 합금/제-Fe 합금/Co 기 합금으로 구성된 3층막으로 미루어지고, 상기 제1 대자 제4 강자성총으로 터널 전략과 호른다.

본 발명의 제4 자기 저항 효과 소자는, 제1 강자성총/제1 유전체총/제2 강자성총/제1 비자성총/제3 강자 성총/제2 비자성총/제4 강자성총/제2 유전체총/제5 강자성총이 적총된 강자성 이중 터널 접합을 포함하고, 상호 인접하는 제2, 제3, 제4 강자성총이 비자성총을 통해 반강자성 결합하고 있고, 장기 제1 및 제5 강자성총이 Co. 기 합금 또는 Co. 기 합금/비급은 합금/Co. 기 합금으로 구성된 3종막으로 미루머지고, 상기 제1 내지 제5 강자성총으로 터널 전류가, 호른다.

분 발명의 자기 저항 호과 소자에 있어서는, 삼가 GP 기 합금 또는 GP 기 합금시나 등 합금/GP 기 합금으로 구성된 역을 막의 막 두께가 1~5mm인 것이 바람직하다.

是 2010 元才。山中已 2010年,但是大学的 1000年, 100

본 발명의 자기 메모리 장치는 트랜지스터 또는 FINI오는, 제1 또는 제3 자기 저항 효과 소지를 포함하고, 성기 자기 저항 효과 소지 중 적어도 최상층의 반강자성층이 비트선의 일부를 구성하고 있다.

분 발명의 다른 자기 메모리 장치는, 자회 방향이 고착된 제1 자화 고착층과, 제1 유전체층과, 자회 방향이 면접 기능한 자기 기록층과, 제2 유전체층과, 자회 방향이 교착된 제2 자회 교착층을 포함하고, 상기 자기 기록층에, 자성층, 비자성층, 및 자성층의 3층막을 포함하고, 상기 3층막을 구성하는 2개의 자성층 이 반강자성 결합하고, 상기 2개의 자회 교착층의 유전체층에 접하는 영역의 자화가 실질적으로 반평했다.

본 발명의 또 다른 자기 메모리 장치는, 자회 방향에 고역된 제1 자회 고착통과, 제1 유전체총과 지회 방향에 반전 가능한 자기 기록총과, 제2 유전체총과, 자회 방향에 교착된 제2 자회 고착통을 포함하고, 상기 자기 기록총에, 자성총, 비자성총, 및 자성총의 3층막을 포함하고, 상기 3층막을 구성하는 2개의 자 성총에 반강자성 결합하고, 상기 제2 자회 교착총에 자성총, 비자성총, 및 자성총의 3층막을 포함하고, 상기 3층막을 구성하는 2개의 자성총에 반강자성 결합하고, 상기 제1 자회 고착총의 길에가, 상기 제2 자 화 고착총 및 상기 자기 기록총의 길이보다도 길게 형성되고, 상기 2개의 자회 고착총의 공전체총에 접하 는 염역의 자회가 실질적으로 반명했이다.

미들의 자기 메모리 장치에의 기입 방법은, 자기 메모리 장치를 구성하는 상기 제1 또는 제2 자회 고착용을 통해 상기 자기 기록층에 스핀 전류를 공급합과 동시에, 기입용 배선에 전류를 끌려 삼기 자기 기록층 에 전류 자계를 인가한다.

본 발명의 또 다른 자기 저항 효과 소자는 제 반강자성층/제 강자성층/제기 터널 절연층/제2 강자성층 /제 1 비자성층/제3 강자성층/제2 비자성층/제4 강자성층/제2 터널 절연층/제5 강자성층/제2 반강자성층이 적흥된 강자성 이중 터널 집합을 포함하고, 제2 및 제3 강자성층이 제1 비자성층을 통해 반강자성 결합하고, 제3 및 제4 강자성층이 제2 비자성층을 통해 반강자성 결합하고 있다.

프랑의 구성 및 곡용

이하, 본 발명에 따른 자기 저항 효과 소자의 기본 구조를, 도 시를 삼조하며 설명한다.

도 I에 본 발명의 제1 자기 저항 효과 소자를 나타낸다. 이 자긴 저항 효과 소자(10)에서는: 제1 반강자성흥(11)/제1 강자성흥(12)/제1 유전체흥(13)/제2 강자성흥(14)/제2 유전체흥(15)/제3 강자성흥(16)/제2 반강자성흥(17))을 작흥하며 강자성 이중 타날 접합을 형성하고 있다. 이 소자에서는 제1 대지 제3 강자성흥에 터널 전류를 즐긴다. 이 소자에서는 제1 및 제3 강자성흥(12, 16)이 핀흥(자화 고착흥), 제2 강자성흥(14)이 프리흥(MRAM의 경우에는 자기 기록흥)이다. 제1 자기 저항 효과 소자로는, 프리증인 제2 강자성흥(14)이 Co 기 합금(예를 들면 Co-Fe, Co-Fe-Ni 등) 또는 Co 기 합금/Ni Fe 합금/Co 기 합금으로 구성된 3층막으로 이루어진다.

도 2에 본 발명의 제2 자기 저항 효과 소자를 나타낸다. 이 자기 저항 효과 소자(20)에서는 제1 강지성 총(21)/제1 유전체흥(22)/제2 강지성흥(23)/제1 반강지성흥(24)/제3 강자성흥(25)/제2 유전체홍(26)/제4 강자성흥(27)을 적흥하며 강지성 이중 터널 접합을 형성하고 있다. 이 소자에서는 제1 배치 제4 강자성흥어 터널 전류를 즐린다. 이 소자에서는, 제2 및 제3 강자성흥(23, 25)이 편흥, 제1 및 제4 강자성흥(21, 27)이 프리흥(MRAM의 경유에는 자기 기록흥)이다. 제2 자기 저항 효과 소재에서는 프리흥인 제1 및 제4 강자성흥(21, 27)이 Co 기 합금(예를 들면 Co-Fe, Co-Fe-Ni등) 또는 Co 기 합금/Ni-Fe 합금/Co 기합금으로 구성된 3층막으로 이루머진다.

도 3에 본 발명의 제3 자기 저항 호교 소자를 나타낸다. 이 자기 저항 호과 소자(30)에서는, 제1 반강자 성흥(31)/제1 강자성흥(32)/제1 유전체흥(33)/제2 강자성흥(34)/제2 반강자성흥(35)/제3 강자성흥(35)/제3 강자성흥(36)/제2 안간자성흥(37)/제4 강자성흥(38)/제3 반강자청흥(39)을 적흥하여 강자성 이중 터널 집합을 형성하고 있다. 이 소자에서는, 제1 대자 제4 강자성흥으로 터널 전류를 흘린다. 이 소자에서는, 제2 및 제3 강자성흥(34, 36)을 필흥으로 하여 설계한 경우에는 제1 및 제4 강자성흥(32, 38)에 프리흥(세워의 경우에는 자기 기록흥)에 된다. 한편, 제1 및 제4 강자성흥(32, 38)을 필흥으로 하여 설계한 경우에는 제2 및 제3 강자성흥(34, 36)에 프리흥(세워의 경우에는 자기 기록흥)에 된다. 제3 자기 저항 효과 소자에서는, 프리흥으로서, 이용되고, 제1 및 제4 강자성흥(32, 38), 또는 제2 및 제3 자기 저항 효과 소자에서는, 프리흥으로서, 이용되고, 제1 및 제4 강자성흥(32, 38), 또는 제2 및 제3 강자성흥(34, 36)의 조리 소자에서는, 프리흥으로서, 이용되고, 제1 및 제4 강자성흥(32, 38), 또는 제2 및 제3 강자성흥(34, 36)을 하는 조기 집흥으로서, 이용되고, 제1 및 제4 강자성흥(32, 38), 또는 제2 및 제3 강자성흥(34, 36)을 하는 조기 집흥으로서, 이용되고, 제1 및 제4 강자성흥(32, 38), 또는 제2 및 제3 강자성흥(34, 36)을 하는 조기 집흥으로서, 이용되고, 제3 및 제4 강자성흥(32, 38), 또는 제2 및 제3 강자성흥(34, 36)로 하는 조기 집흥으로서, 이용되고, 대3 자기 저항 효과 소자에서는, 프리흥으로서, 이용되고, 제1 및 제4 강자성흥(32, 38), 또는 제2 및 제3 강자성흥(34, 36)로 하는 조기 집흥으로서, 이용되고, 제3 및 제4 강자성흥(32, 38), 또는 제2 및 제3 강자성흥(34, 36)로 하는 조기 집흥으로서, 이용되고, 제3 및 제4 강자성흥(32, 38), 또는 제2 및 제3 강자성흥(34, 36)로 하는 조기 집흥으로서, 이용되고, 제3 및 제4 강자성흥(32, 38), 또는 제2 및 제3 강자성흥(34, 36)로 하는 조기 집흥으로서, 이용되고, 제3 및 제4 강자성흥(32, 38), 또는 제2 및 제3 강자성흥(34, 36)로 하는 조기 집흥으로서, 이용되고, 제3 및 제4 강자성흥(32, 38), 또는 제2 및 제3 강자성흥(34, 36)로 하는 조기 집흥으로서, 이용되고, 제3 및 제3 강자성흥(32, 38), 또는 제2 및 제3 강자성흥(32, 38), 또한 제3 강자성흥(32, 38), 또는 제2 및 제3 강자성흥(32, 38), 표2 및 제3 강자성향(32, 38), 표2 및 제3 강자성향

도 5에 제4 자기 저항 호과 소자의 변형에를 나타낸다. 도 5의 자기 저항 호과 소자에서는 도 4의 제3 강자성용(45)을 대신하여 그 강자성용 중간에 반강자성용을 설치한 구조 즉 강자성용(45e)/반강자성용 (50)/강자성용(45b)의 3흥의을 형성하고 있다.

또 제4 자기 저항 호기 소지를 구설하는 제3일 제4 감자성총(43, 47) 중 적어도 한쪽에 접촉시켜 반강 지성홍을 설치해도 좋다.

본 발명에 따른 강자성 이중 남날 집합을 갖는 자가 저항 효과 소자는, 적대도 2층의 유전체흥을 포함하므로, 하나의 터널 집합에 실호적으로 인가되는 전압이 작다. 이 때문에, 자기 저항 변화율의 전압 이존성이 현재하지 않고, 원하는 졸력 전압처를 얻기 위해 인하 전압을 늘려도 자기 저항 변화율의 저하기 꼭 다는 마점이 있다.

본 발명에 따른 강자성 이중 다닐 집합을 갖는 자기 저한 효과 소자는, 상기한 제개의 기본 구조 모두, 자 회 교육총(프총)의 스핀이 반강자성총 또는 반강자성 결합에 위해 교육되어 있으므로, 게임을 반복해도 자화 교육총의 자기 모멘트가 회전하지 않고, 출력이 서사해 자하면 다는 문제를 받지할 수 있다.

지화 고착흥의 지기 모면트가 회전하지 않고, 물력이 서서히 저하면다는 문제를 방지할 수 있다.
또한, 본 발명에 따른 자기 저항 효과 쪼자에서는, 프리용(자기 기록흥)에 짜화 왜곡이 적은 10~기 할급 (10~7%, 10~1~1%) 또는 10~기 장금/사무요 합금/소기 한급으로 구성된 3층막을 이용하고 있다. 프리 층은, 도 1 에서의 제2 강자성을 (14)는 도 2에서와 제1 및 제4 2 자연홍(21) 77% 또 해서의 제1 및 제4 강자성흥(32, 36), 또는 제2 및 제3 강자성흥(36, 36) 중 어느 한 조(41), 도 4 및 또 5에서의 제1 및 제4 강자성흥(41, 49)이다. 이 때문에 반전 자장이 주제 위제되고, 전류 자계를 인기하기 위해 배견에 즐리는 전류를 직제 할 수 있다. 프리통에 60 기 합금/대 16 합금/16 기 합금으로 구성된 3층막을 이용 한 경우, 각 흥의 막 두메비를 바꿈에 따라, 반전 자장의 크카를 자유롭게 설계할 수 있다. 특히, 도 2이 교조를 포함하는 자기 저항 효과 소자에서는, 반전 자장은 자성체의 보자력이 아니고 자성 체/반강자성체의 계면에 생기는 교환 자장으로 결정된다. 그리고 10 교환 자장은 제1 및 제3 반강자성 등(31, 39) 및 제2 반강자성흥 (35)의 증류, 막 두께 1일급 조성을 바꿈에 따라 자유롭게 설계할 수 있다 단낸다. 또한, 도 3의 꾸조는 기용 자주가 보는 이글론이 되고 전함 면적이 매우 구마전 경우에 특히 유효하다. 즉 가공 자수가 서브 미크론이 된 경우에는, 기입하여 자장이 가공 존상이나 프리증(자기 기록 등)에 접하여 반강자성흥이 설치되는 경우 가입 자장을 교환 자장에 기초하여 설계할 수 있게 때문에, 지입 자장의 변동을 회피할 수 있다. 이 때문에, 소자의 수울도 현재히 향상시킬 수 있다.

한편, 본 발명의 자기 저항 효과 ^소자를 비세 기공할 때, 가공 정밀도를 올리기 위해서는 전체의 막 두께 가 많은 것이 바람직하다. 이 점에서는, 도·2, 도·4 또는 도·5와 같이 반강자성층이 가능한 한 적은 구 조가 바람적하다!

다음에, 본 발명의 자기 저항 효과 소자를 구성하는 각 층에 이용되는 자료에 대해 설명한다. 프리층(자기 기록층)에는, 상출된 비와 같이 Co 기 합금(Co-Fe, Co-Fe-Ni 등), 또는 Co 기 합금(Ni-Fe 합 금/Co 기 합금으로 구성된 3층막이 이용된다. 또한, 이들의 합금에 No. Di. No. Ni. Ng. SI, Fi. Ta. B; C. O, N. Si, Pd. Pt. Zf. Tr. W. No. No 등의 비자성 왕호를 다소 경기하도 중다. 본 발명의 자기 저항 효과 소자는, 자기 저항 효과형 자기 해도, 자기 메모리 장치, 자계 선사 등에 적용할,수 있으므로 이들 용도로는 프리층에 일촉 이방성을 부여하는 것이 바람꼭하다.

프리총의 두배는, 0.1mm~100mm이 비람직하고, 0.5~50mm이 보다 비람직하고, 1~5mm이 가장 비람직하다. 프리총의 두배가 1mm 미만이 되면, 프리총의 연속막이 되자 않고, 유전체총 중에 강자성 입자가 보산된, 소위 그래들러 구조가 볼 유려가 있다. 이 결과 접합 특성의 제어가 곤란하여 스위형 자장이 변동될 유럽가 있다. 이 결과 접합 특성의 제어가 곤란하여 스위형 자장이 변동될 유럽가 의를 받고 아니라 미립자의 크기에 따라서는 실본에서 초상자성이 되어 MR 변화율이 국단적으로 저하한다는 문제도 생긴다. 한편, 프리총의 두메가 5mm를 넘으면, 자기 저항 효과 소자를 MRAM에 응용하는데 있어서 예를 들면 0.25mm 물론 소자를 설계했을 때에, 반전 자장이 1000mm을 넘기 때문에 배선에 대전 문을 즐릴 필요가 생긴다. 또한, 프리총의 두메가 5mm를 넘으면, MP 변화율이 비이어스 전압의 상승과 동시에 저하하는, 소위 비이어스 의존성이 현재해진다. 프리총의 두메가 1~5mm의 범위이면, 미세화에 따르는 반전 자장의 증대 및 MP 변화율의 비이어스 의존성이 억제된다. 또한, 프리총의 두메가 이 범위 따르는 반전 자장의 증대 및 MP 변화율의 비이어스 의존성이 억제된다. 또한, 프리총의 두메가 이 범위

이면, 가끔 정밀도도 양호해진다.

판총의 재료는 특별하 제한되지 않고, Fe, Co, Ni 또는 이물의 합금, 스핀 분극율이 큰 마그네타이트, CrO., RXMrO. (R) 희토류, X (Co, Ba, Sr)등의 산화물, NiMosb, PtMoSb, 등의 포이슬러 합금등을 이용할 수 있다. 판총은 조상자성이 되지 않을 정도의 무매가 필요하고, Ci4nm 이상인 것이 바람직하다. 또한, 강자성을 잃지 않는 한 이들 자성체에 As, Cu, Au, Ai, Me, Si, Br, Ta, B, C, O, N, Si, Pd, Pt, Zr, Ir, W, Mo, No, Se, 비자성 원소를 다소 참간하도 좋다.

또: 민강자성총에 의해 판흥을 강하게 교육하다 싶은 경우, 판흥으로서 강자성총/비자성총/강자성총의 3 총막을 이용하다. 비자성총을 통해 적통된 2층의 강자성총을 반강자성 결합시켜도 준다. 비자성총의 재료보 불해 한정되지 않고 Ri, Ir, Cr, Cr 등의 금속을 DI용할 수 있다. 비자성총의 및 무폐를 조정한으로써, 자성 총간에 민강자성 결합이 생긴다. 비자성총의 및 무폐는 0,5~2;5m인 것이 바람작하다 배워성 및 반강자성 결합의 강도등을 고려하면 비자성총의 및 무폐는 0,7~2,5mm인 것이 보다 바람작하다 구체적으로는, Co(또는 Co-Fe)/Ri/Co(또는 Co-Fe), Co(또는 Co-Fe)/Ir/Co(또는 Co-Fe)등의 3흥명을 수 있다.

也含不必多의 对亚三三次产品,Pt.-Ct.-Mo. Nicker Nicker Celegion 1982 本以比于

유전체총의 재료로서는 사이다. \$10. MgO, AIN, BIO, MgFA, CAE. SrTIG, AICAO, 등을 미용할 수 있다. 유전체총은 산소, 필소 또는 볼소의 결소이 생겨도 된다. 유전체총의 두메는 특별히 한정되지 않지만 많은 것이 바람직하고 10mm, Disk, 또한 5mm Disk인 것이 바람직하다.

분 발명의 자기 저항 호과 소지가 형성되는 기판은 특별히 한정되지 않고, S1, S10., A10., 험정석, XIN 등 각종 기판을 미용할 수 있다. 본 발명에서는 기판 상에 기초흥을 통해 자기 저항 호과 소자를 취출 해도 되고, 또한 자기 저항 호과 소자의 상투에 보호증을 설치해도 좋다. 미들의 기초층 및 보호증의 제 료로서는, Ta, Ti, W. Pt. Pd. AU, TEXPE, T

본 발명에 따른 자기 저항 호과 소자는 각종 스퍼터법, 중화법, 분자선 에피탁설범등의 통상의 성망 방 법을 마음하면 각 통을 형성함으로써 제조할 수 있다.

DIDLA, 본 발명의 자기 저항 효과 소자를 작용한 자기 메모리 장치(MRAM)에 대해 설명한다. 본 발명의 자기 저항 효과 소자를 적용하는 MRAM은 비파괴 판독 및 파괴 판독 중 에는 한 경유라도 상달된 전류·자 계를 인기하기 위해 배설에 출리는 전류를 작게 할 수 있다는 효과를 얻을 수 있다.

구제적인 MRAM의 형태에서는 트랜지스터 상에 강자성 미층 터널 접합 쏘지를 적충한 규조, 또는 CK이오드 당자성 미층 터널®접합 소지를 적충한 구조를 생각할 수 있다. 이하에 설명된 바와 같이, 미물의 구 조에서는 특히 제1 또는 제3 강자성 미층 터널 접합 소자를 적용하고 적어도 최상층의 반강자성층을 베트 전역 일부로서 미용하는 것이 버림작하다.

도 6 및 도 7을 참조하며, MOS,트란지스터 상에 예를 들면 제1 강자성 DI중 터널 접합 소자(도 1)를 적흥한 구조를 포함하는 MRAM을 설명한다. 도 6은 3×3 셀의 MRAM의 등가 회로도, 도 7은 1셀의 MRAM의 단면 도를 도시한다.

도 6억 등가 회로도면에 도시한 비와 같이. 트랜저스타(60)와 도 1억 강자성 이층 터널 접한 소자(TMR): 10)로 이루어지는 기록 셀은 매트릭스형으로 배열되어 있다. 트랜저스타(50)의 게이트 전국으로 이루어지는 판독용의 위도선(씨), 52)과 기업용의 위도선(씨2; 71)과는 평한하게 배치되어 있다. 또한, TMR(10)의 타단(상부)과 접속된 테트선(B: 74)은 위도선(씨), 52) 및 위도선(씨2; 71)과 직교하여 배치되어 있다.

도 7에 도시한 비와 같이, 실리콘 기판(6)). 게이트 전극(62). 소소, 드레인 염역(63, 64)으로 이루어지는 투간지스터(60)가 형성되어 있다. 게이트 전극(62)은 판독용의 워드선(씨라)을 구성하고 있다. 게이트 전극(62) 상에는 결단증을 통해 기압용의 워드선(씨간) 733이 형성되어 있다. 트랜지스터(60)의 드레인 연역(64)에는 컨택트 메탈(72)에 접속되고, 또한 컨택트 메탈(72)에는 기초흥(73)이 접속되어있다. 이 기초흥(73) 상의 가록 용의 워드선(씨간) 71)의 상촉에 태응하는 위치에, 또 1에 도시된 비와 같은 강자성 이중 터닐 접합 소자(1세점: 10)가 형성되어 있다. 구 기초흥(73) 상에 세점! 반강자성흥(11)/제1 강자성흥(진흥: 164)세2 반강자성흥(13)/제2 강자성흥(프리흥: 14)/제2 유전체흥(15)/제3 강자성흥(진흥: 164) 165/제2 반강자성흥(17)이 적흥되어 있다. 이 데에서는 핀음을 참조 반호(164, 165)의 2층으로 구성하고 있다. 이 TMR(10)의 제2 반강자성흥(17) 상에 비트선 (세: 74)의 금속층이 형성되고 있다.

도 7에 도시한 바와 같이, 프리즘인 제2 강자성층(NI)의 면접과 상부의 반강자성층(97) 및 판총(166)의 면적과는 달리, 상부의 반강자성층(17) 및 판총(166)은 비트선(74)의 일부를 구성하고 있다. 즉, 비트선 (74)은 판총(166)/반강자성층(47). /금속층의 작층체로 이루어져 있다. 또, 반강자성층(17) 일에 반강자 성층(17)과 동일 면적의 판총(166)을 설치하지 않고, 비트선(74)을, 반강자성총(17)/금속층으로 구성해도 좋다.

이 구조에서는 큰 면적을 갖는 반강자성총(17)에 의해 판총(16b, 16a)의 스판을 보다 안정적으로 고착할 수가 있어, 기업을 반복해도 판총(16b, 36a)의 자기 모멘트가 회전하지 않고 출력의 저희를 유효하게 방 지할 수 있다.

또한, MR(10)의 프리총14보다 상부의 규조는 프리홍(14)/제2 유전체총(15) /핀총(16a)의 생막 및 패터닝 과, 핀총(16b)/반강자성총(17)/금속총의 생막 및 패터닝에 의해 형성된다. 증래와는, MR(10)의 프리총 (14)보다 상부의 구조는, 프리총 (14)/제2 유전체총(15)/핀총(16)/반강자성총(17)의 생막 및 패터닝과, 비트선 금속총의 성막 및 패터닝에 의해 형성되어 있었다. 따라서, 도 7의 구조를 채용하면, 비교적 막 두께가 두꺼운 반강자성총(17)의 패터닝 공정이 다른 공정으로 분리되므로, 상기한 최초의 패터닝으로는 한번에 미세 가공해야 할 막 두께를 얇게 할 수 있게 된다. 이 때문에, 강자성 터널 접합부의 가공 손상 을 전게 할 수 있을만 동시에, 가공 정밀도를 향상시킬 수 있다.

도 8 및 도 9를 참조하여, CH이오드와 예를 들면 제1 강자성 터널 접합 소자 (도 1)를 적충한 구조를 포 힘이는 MRAM을 설명한다. 또 8은 3×3 설의 MRAM의 동카 화로도, 도 9는 MRAM의 사시도이다.

도 8의 등가 회로도에 도시된 바와 같이, [다]오드(80)와 TMB(10)와의 적흥체로 이루어지는 기록 셀은 메 트릭스형으로 배열되어 있다. [다]오드(80)와 TMR (10)의 적흥체는 워드선(W. 91) 장에 형성되고, 타미 오드(80)의 일단과 워드선 (W. 91)과가 접속되어 있다. TMR(10)의 타단에는, 워드선(W. 91)과 직교하 와 배치된 비트선(B)을 92)이 접속되어 있다.

도 9에 도시된 비와 같이, 워드션(씨; 91)의 금속총 상에 실리콘 타마오드 (80)가 형성되고, 그 위에 기초흥(81)이 형성되어 있다. 원자 확산을 막기 위해 금속층과실리콘 다마오드 사이에 TN, 등의 결화막을 설치해도 준다는 이 기초흥 (81) 상에, 도 I에 도시된 비와 같은 강자성 마중 터널 접함 소자(IMR, [0)가 형성되어 있다. 즉, 기초흥(81) 상에, 제1 반강자성흥(T)/제1 강자성흥(핀흥) 12)/ 제1 유건체흥(13)/ 제2 강자성흥(프리종; 14)/제2 유전체흥(15)/제3 강자성흥(프흥, 166)/제2 반강자성흥(17)에 작용되어 있다. 이 에에서는 핀흥을 참조 번호 (168, 166)의 2층으로 구성하고 있다. 이 IMR(10)의 제2 반강자성흥(17) 감에 대표선(10)의 제2 반강 자성흥(17) 감에 대표선(10)의 금속층이 형성되어 있다.

자성흥(17) 심에[비트선(비대)92)의 금속흥이 형성되어 있다는
이러한 구조의 MRAM에서도, 도 7을 참조하며 설명한 것과 동일한 호과를 얻을 수 있다. 즉 ... 큰 면적을
포함하는 반강자성흥(17)에 의해 프흥(16). 166()의 스핀을 보다 안성적으로 고착할 수 있다. 기업을 반복
해도 프흥(16). 166()의 자기 모벤트가 회전하지 않고 골력의 제하를 유효하게 방자할 수 있다. 또한
비교적 막 두메기 두까운 반강자성흥(17)의 패터님 공장이 다른 공장으로 불리되므로, 강자성 턴실 접합
부의 기공 소상을 적게 할 수 있음과 동시에, 기공 정말도를 향상처할 수 있다.
또 MRAM의 용도에서는 프리홈에 강자성흥/비자성흥/강자정흥의 의흥막을 자용하며, 비자성흥을 통해 강자성흥을 반강자성 급합시켜도 들다. 미러한 구성에서는 짜증이 3층막, 대에서 패색되어 있지 때문에 전 제상흥을 반강자성 급합시켜도 들다. 미러한 구성에서는 짜증이 3층막, 대에서 패색되어 있지 때문에 전 제상흥을 반강자성 급합시켜도 들다. 미러한 구성에서는 짜증이 3층막, 대에서 패색되어 있지 때문에 전 기록흥으로부터의 구설 자기 모멘트를 반전시켰을 때에 프흥으로의 장자장의 영향에 입미지를 중시해, 기 의으로 인하지 자하 고착층의 일부의 자기 모멘트가 회전하며 즐릭이 사사히 저하던데는 모제가 없어진다. 이 구성에서는 강자성증기되지성흥(2)자성층 중, 전류 자계를 의가하기 위한 위드선에 가까운 즉의 강자 건성하는 2개의 강자성층의 막 두메를 다르게 한 금류, 막 두메의 자를 0.5% 5m의 범위로 하는 것이 바 라이하다 2개의 강자성층의 막 두메를 다르게 한 금류, 막 두메의 자를 0.5% 5m의 범위로 하는 것이 바

변경에 따른 다른 MRAMM 대해 설명한다. 미 MRAM은, 자화 방향비 고착된 제 자화 고착송과, 제 유 전체증과, 자화 방향비 반전 가능한 자기 기록총과, 제2 유전체증과, 자화 방향비 교착된 제2 자화 고착 교착 교착 교착 교착 교착 교육 교육이는 강자성 비중 단월 집합 소자를 포함한다. 그리고 자기 기록총을, 자성총, 비자성총, 및 자성총의 경종막을 포함하고, 미 3총막을 고성하는 2개의 자성총의 반강자성 결혼하고 있다. 이와 길이 2 개의 자성총의 반강자성 결혼하고 있다. 이와 길이 2 개의 자성총의 반강자성 결혼하고 있다. 이와 길이 2 개의 자성총이 반강자성 결혼하고 있다. 이와 길이 2 기록총에 보조자성 결혼하고 있다. 이와 길이 2 기록총에 집하는 있고 배선에 들리는 전류 밀도를 저김시킬 수 있다. 또한 2개의 자화 고착총의 유전체출에 집하는 전략을 즐릴지를 선택함으로 반쟁하다. 이 때문에 2 기록총에 전하는 전략을 즐릴지를 선택함으로 반쟁하다. 이 때문에 2 기의 자화 고착총 중 대는 작을 통해 자기 기록총에 즉 있다. 이 때문에 2 기의 전략의 공급 방타를 변화되고 전투 모든 다음 소편 전략을 공급하는지를 선택함으로 가장에 즐리는 전략을 가장하게 한작시킬 수 있다. 이와 같이, 이 MRAME, 자기 기록총에 스핀 전류를 공급하는지를 선택함으로 가장에 즐리는 전류를 가장시킬 수 있다. 이와 같이, 이 MRAME, 자기 기록총에 스핀 전류를 공급하는지를 전략함 수 있다. 지원 중시에 전략 자계를 인기하는데 작업한 구조를 갖고 있다. 해선 및 TMP 소자에 들리는 전류 밀도 역제할 수 있다.

따라서, 반강자성 결합한 자기 기록등의 메로는, (c)강자성층세(자성층/강자성층, (b)(강자성층/소프트 자성층/강자성층)/바자성층/강자성층, (c)(강자성층/소프트 자성층/강자성층)/비자성층/(강자성층)소프트 자성층/강자성층)등을 메로 를 수 있다. 미 경우, 반강자성 결합의 강한은 마 5cro/em 미상으로 메느 정 도 큰 것이 비담직하다. 자화 고착막도, 자가 기록층과 동일한 적층, 규조로 하고, 반강자성 결합서켜도

도 10~도 12를 참조하며, 이 배용에는 이용되는 강자성 이중 터닐 점할 소자의 예를 설명한다.

도 10의 강자성 이중 터널 접합 소지는, 기초총(101)/제1 반강자성총(102)/제1 자화 고착총(103)/제1 유 전제총(104)/강자성총(105), 비자성총(1056) 및 왕자성총(1056)의 3총막으로, 미루어지는 자기 기록총 (105)/제2 유전체총(105)/제2 자화 고착총(107)/제2 반강자성총(108)/보호총(109)을 적총한 구조를 포함

자기 기록층(105)의 강자성총(105a) 및 강자성총(185c)은 반강자성 클럽하고 있다. 제) 유전체총(104)에 집하는 제1 자항 고착총(103)과, 제2 유전체총(106)에 접하는 제2 자항 고착총(107)은, 김각의 자화가 반

도 11의 강자성 미중 터널 접합 조자는, 기초층(111)/제1 반강자성층(112)/ 제1 자화 고착층(113)/제1 유

전체층(114)/강자성층(115a), 비자성층(115b) 및 강자성층(115c)의 3층막으로 이루어지는 자기 자목층 (115)/제2 유전체층(116)/강자성층 (117a), 비자성층(117b) 및 강자성층(117c)의 3층막으로 이루어지는 제2 자화 고착층(117)/제2 반강자성층(118)/보호증(119)을 젂층한 구조를 포함한다.

지기 기록총(115)의 강자성총(115a) 및 강자성총(1(5c)은 반강자성 결합하고 있다. 제2 자화 고착총 (117)의 강자성총(117a) 및 강자성총(117c)은 반강자성 결합하고 있다. 제1 유전체총(114)에 접하는 제1 자화 고착총(113)과 제2 유전체총 (116)에 접하는 제2 자화 고착총(117)을 구성하는 강자성총(117a)은, 각각의 자화가 반평행하게 되어 있다.

이 경우, 제1 자화 고착형(113)의 길이를, 제2 자회 고착형(117) 및 자기 기록형(115)의 길이보다도 길게 형성하여 공속 배선을 겸하도록 하는 것이 비림직하다. 이러한 구성에서는, 제2 자회 고착형(117)이라도 자기 기록형(115)이라도 자속이 폐쇄되어 있고 더국나 길게 형성된 제1 자화 고착형(113)으로부터의 무설 자속은 거의 영험이 없으므로, 인접하는 기록층으로의 장자장의 영향을 자갈시킬 수 있다.

도 12의 강자성 이용 타닐 접합 소자는 기초통(121/제1 반강지성총(122)/강자성룡(1236), 비자성홍 (1236) 및 강자성총(123c)의 3층막으로 이루어지는 제1 자화 고착홍(123)/제1 유전체홍(124)/강자성홍 (125a), 비자성종(125h) 및 강자성홍 (125c)의 3층막으로 이루어지는 자기: 가록홍(125)/제2 유전체홍 (126)/강자성홍 (127a), 비자성홍(127b), 강자성홍(127c), 비자성홍(127d), 강자성홍(127c)의 오층막으로 이루어지는 제2 자화 고착홍(127)/제2 반강자성홍(128)/보호홍(129)을 작동한 구조를 포함한다.

자기 기록층(125)의 강자성층(1256), 및 강자성층(125c)은 반강자성 결합하고 있다. 제 자화 고착층 (123)의 강자성층(123c) 및 강자성층(123c)은 반강자성 결합하고 있다. 제2 자화 고착층(127)의 강자성 층(127c), 강자성층(127c) 및 강자성층(127c)은 반강자성 결합하고 있다. 제1 유전제층(127)의 강자성 층(127a), 강자성층(127c) 및 강자성층(127c)은 반강자성 결합하고 있다. 제1 유전제층(127d)에 접하는 제1 자화 고착층(123)을 구성하는 강자성층(123c)과 제2 유전제층(125)에 접하는 제2 자화 고착층(127d) 을 구성하는 강자성층(127a)은, 각각의 자화가 반평행해져 있다. 이 경유도, 또 하고 마찬가지로, 제1 자화 고착층(123)의 길이를, 제2 자화 고착층(127) 및 자기 기록층(15)의 길이보다도 길게 형성되며도 중다.

도 130에, 도 11의 강자생 이중 터널 전함 소자를 이용한 MRAM의 단면도를 나타낸다. 31 기판(15%) 상의 310, 절면층에는 홈미 형성되고, 이 홈에 매립된 급속으로 이루어지는 워드선(152)이 형성되어 있다. 위 드선(152) 상에는 S10- 절면층이 형성되고, 그 위에 금속 배선(153)과 강자성 이중 턴널 전함 소자(1MR 소자)가 형성되어 있다. 이 1MR 소자는, 도 11에 도시된 바라 같이 기초흥(141)/제1 반강자성흥(142)/제1 자화 고착흥(1133)/제1 유전제흥(114)/강자성흥(1450), 비자성흥(1416), 및 강자성흥(1456)의 3흥막으로 이루어지는 자기 기록흥(115)/제2 유전제흥(114)/강자성흥(1456), 비자성흥(1476), 및 강자성흥(1456)의 3흥막으로 이루어지는 자기 기록흥(115)/제2 유전제흥(116)/강자성흥(1176), 비자성흥(1476) 및 강자성흥(1176)의 3흥막으로 이루어지는 제2 자화 고착흥(1177/제2 반강자성흥(1176)의 3흥막으로 이루어지는 제2 자화 고착흥(1177/제2 반강자성흥(1176)의 경막으로 이루어지는 제2 자화 고착흥(1177/제2 반강자성흥(1176)의 경막으로 이루어지는 제2 자화 고착흥(1177/제2 반강자성흥(1176)의 등의 절약이 성막되어 성막되어 있다.

이 MRAM에서는 워드선(152)에 전류를 즐려 자기 기록층(115)에 전류 자계(예를 들면 곤란축 방화)를 만 가할과 동지에는 비트선(154)으로부터 각 층을 통해 자기 기록층(115)으로 다운 스핀 전류를 주입하는지 또는 금속 배선(153)으로부터 각 층을 통해 자기 기록층(115)으로 업 스핀 전류를 주입한으로써, 자기(기록층(115)의 자화를 보면서)켜 기입을 했다다. 이번 같이 자기 기록층(115)으로 스핀 전투를 주입한다으로써, 자기(기록층(115)의 자화를 보면서)켜 기입을 했다면, 미안 2전에 자기 기록층(115)으로 스핀 전투를 구입한과 동시에 배선(위도서) 전류 자계를 인가하며 기입을 했하면, TMP 소자에 즐리는 스핀 전투를 저감시킴과 동시에 배선(위도선)으로 즐리는 전류 밀도를 처감시킬 즉 있다. 따라서 105 이상의 메자에이라도, 배선의 용용 또는 TMP 소지의 터널 배리어층(유전체층)의 파괴를 억제할 수 있다. 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

또, 또 [3의 MRAM에서는, 비트선(154)을 흐르는 전류는 자기 기록총(115)에, 워드선(152)으로부터의 전류 자계와는 방향이 다른(메를 들면 용이축 방향의) 전류 자계를 인가하도록 작용한다는 이 방향의 전류 자계를 증강시킨과 동시에 그 제어성을 향상시키고, 한편에서 자기 기록총(115)으로 주입하는 스핀 전류를 보다 저감되기 때문에, 도 14에 도시된 바와 같이, 비트선(154) 상에 걸면총(155), 및 비트선(154)과 평행하게 연장되는 제2 위드선(156)을 형성해도 좋다. 도 [4의 MRAM 에서는 TMR 소재에 출리는 전류의 방향의 변화와, 제2 위드선(156)에 즐리는 전류의 방향의 변화를 병용하여, 보다 작은 전류로 자기 기록총(115)의 자화의 반전을 반복할 수 있다.

도 15는 본 발명에 따른 다른 자기 저항 효과 소자를 나타내는 단면도이다. 도 15에 도시된 자기 저항 효과 소자는, 제1 반강자성흥(161), 제1 강자성흥(162), 제1 타발 절연흥(163), 제2 강자성흥(164), 제1 비자성흥(165), 제3 강자성흥(166), 제2 비자성흥(167), 제4 강자성흥(168), 제2 타발 절연흥(169), 제5 강자성흥(170), 제2 반강자성흥(171)이 작흥된 강자성·이중 타발 접합 소지이다.

제1 타날 절면층(163)과 제2 타발 절면층(169) 시아에 기위진, 제2 강자성층 (164), 제1 비지성층(165), 제3 강자성층(166), 제2 비자성층(167), 및 제4 강자성층(168)은 자기 기록층(172)을 구성하고 있다. 제 2 및 제3 강자성층(164, 166)은 제1 비자성층(165)을 통해 반강자성 결합하고 있다 서로의 자화가 반평향 상태로 유지되고 있다. 마찬가지로, 제3 및 제4 강자성층(166, 168)은 제2 비자성층(167)을 통해 반강자 성 결합하고 있다, 서로의 자화가 반평향 상태로 유지되고 있다.

제1 강자성흥(162)은, 제1 반강자성흥(161)과 교환 결합하여 도면 내의 화살표로 나타내는 방향으로 자화가 고착되어 있다. 마찬가지로, 제5 강자성흥(170)은, 제2 반강자성흥(171)과 교환 결합하여 도면 내의 화살표로 나타면 바와 같이 제1 강자성흥(162)의 자회의 방향과 동일 방향으로 자화가 고착되어 있다.

이 자기 저항 효과 소지로는 소정 방향으로 외부 자장이 인가되면, 제2 배지 제4 강자성총(164, 166, 168)은 반강자성 결합을 유지한 상태에서, 외부 자장의 방향으로 자화 회전한다. 한편, 제1 감자생총 (162) 및 제5 강자성총(170)은 각각 제1 및 제2 반강자성총(161, 171)과임 교환 결합에 의해, 제2 배지 제4 강자성총 (164, 165, 168)의 자화가 회전하는 정도의 외부 자장에서는, 자화 회전이 생기자 양도록 고착되어 있다. 이렇게 해서, 제2 배지 제4 강자성총(164, 166, 188)에 "1" 또는 "0"의 정보를 기록할 이 때, 제1 비자성흥(165)을 통해 반강자성 결합한 제2 및 제3 강자성흥 (164, 166) 사이에서 자유미 폐 색되고, 또한 제2 비자성흥(167)을 통해 반강자성 결합한 제3 및 제4 강자성흥(166, 168) 사이에서 자유미 폐 이 폐쇄되기 때문에, 소자를 미세화해도 반자계가 증대하는 일은 없다. 이 때문에, 자화 반전에 필요한 반전 자장 Hsw는 메모리셀의 크기에는 거의 의존하지 않고, 제2 대지 제4 강자성흥(164, 166, 168)의 보 자력 Hc로 결정된다. 따라서, Hc를 자게 하면, Hsw를 작게 할 수 있으므로, 에너지 결약 효과가 크다. 보자력은 일축 마방성을 Ku, 자화의 크기를 세이라고 하면, 보장을 작가 할 수 있으므로, 에너지 결약 효과가 크다. 록,이방성 Ku가 주은 재료를 마용함으로써 목적을 달성할 수 있다. 또한 반강자성 결합한 제2 대지 제4 강자성흥(164, 166, 168)으로 자속마 폐쇄되기 때문에, 기록 바르가 요란 자장에 대해 안정된되는 마침도,

또한, 도 15의 자기 처항, 호한 소자에서는, 자기 기록총(172)에 3총의 강자성총이 포함되므로, 자기 기록총(172) 양단의 제2 및 제4 강자성총(164)에 168)의 자화의 방향이 동일해져 있다. 이 경우, 제1 단일 절면 영흥(163)을 삽입하면 제2 강자성총(164)과 대황하는 제1 강자성총(자화 고착총, 162)과, 제2 단일 절면 등을(169)를 삽입하면 제4 강자성총(168)과 대황하는 제5 강자성총(자화 고착총, 170)에 대해서도, 자화의 방향이 동일해진다. (이와 같이 제1 강자성총(162)과 제5 강자성총(170)의 자화의 방향을 동일하게 하기 위해서는, 제1 및 제2 변강자성총(161, 171)으로 제 동일한 자료를 이용하는 것만으로도 되므로, 변강자성총(제료의 전략의 품이 되어진다)

여기사, 제2 대자 제4 강자성흥(164; 166; 168)에 있어서 자속을 유효하게 폐쇄하기 위해서는 제3 강자 성흥(166)의 자회의 값 M3대, 제2 및 제4 강자성흥 (164; 168)의 자회를 대한 값 M(2+4)과 같은 것이 바 림작하다. 그러나 M3대 M(2+4)의 값에 동일한 경우에는 기록흥의 자화 회전이 곤란해지기 때문에, 마들 의 자화의 값이 약간 다른게 하는 것이 바람직하다.

(예를 들면, 제2 (대자)제4 강자정통을 동일한 '재료로 형성하는 경우메는, 제3 강자성흥((66)의 두께 19교) 제2 및 제4 강자성흥(164, 166)의 합계의 두께 1(24)가 다르도록 한다. 미 경우, 13교(T(244)의 처의 절매자는 10:5mm 미상 5mm 미하의 범위인 것이 비람직하다.

해도 좋다.
또한, 반강자성적으로 교환 결합한 제2 내지 제속 강자성흥(164, 166, 168)에 전하여 다른 강자성흥을 설비하여 따라, 세3과 세(244)의 값이 다르게 해도 좋다. 또 16의 자가 제한 호과 소자는, 또 16의 구조 및 166, 168) 중, 제4 강자성흥(164, 167)을 통해 반강자성적으로 교환 결합하는 제2 내자 제4 강자성흥(164, 166, 168) 중, 제4 강자성흥(166)에 집하여 강자성흥(168b)을 교환 결합하는 제2 내자 제4 강자성흥(164, 166, 168) 중, 제4 강자성흥(166)에 집하여 강자성흥(168b)을 보고한 구조를 포함한다. 이 경우, 강자성흥(168b)을 하는 대한 소프트 자성흥 나타내는 재료 예를 들면 퍼얼로이, 16, Co-fe-12급, Co-fe-10, 항 20년 등(168b)으로서 소프트 자성흥 나타내는 재료 예를 들면 퍼얼로이, 16, Co-fe-12급, Co-fe-10, 항 20년 등(168b)을 통해 2개의 강자성흥(162b)을 통해 2개의 강자성흥(162b)을 통해 2개의 강자성흥(162b, 162c)의 반강자성적으로 교환 결합한 자치 적흥의을 미용하여, 제5 강자성흥(지5 교환 결합한 자치 적흥의을 미용하여, 제5 강자성흥(지5 교환 결합한 자기 적흥의을 미용하여, 제5 교환 전환 강자성흥(162b)을 통한 지기 적흥의을 미용하다. 존대, 이외 같이 구성에서는 제1 및 제5 강자성흥(162, 170)의 자화가 더욱한 자기 적흥의을 미용하다. 존대, 제3 및 10 구성에서는 제1 및 제5 강자성흥(162, 170)의 자화가 더욱 보고 자기 적흥의을 이라고 교환되다고 기본 표한 제5 강자성흥(162, 170)으로부터의 두절 자계가 작미되고 고자와 보안 강고 경합한 자기 제한 호교 소자와 다마으로 함하는 메모리절을 이레이형으로 배치하면, 모양하는 메모리절을 다른 메모리절을 다른 메모리절을 다른 메모리절을 다른 대화를 구성할 수 있다. 상기된 바와 같은 제4명을 구성한 수 있다.

제2 내자 제4 강자성흥(164, 166, 188)의 자료로는 (D) Fet Co-Fe 환급 CO-M 한급, Co-Fe-M 한급등 원메, Nimbb, CO-me 등의 하프 메탈등을 이용함 속 있다. 하프 메탈은 한쪽의 스핀 앤드에 페너지 캡 이 존재하므로, 이것을 이용하면 보다 큰 자기 저항 효과를 얻을 수 있다. 결과적으로 보다 큰 재생 출력

또한, 제2 배자 제4 강자성흥(164, 166, 168)은 막면 배에 약한 일출 자기 이방성을 갖는 것이 비림작하는 일축 자기 이방성이 저나치게 강하면 각, 강자성흥와 보자력이 커지고 쓰위청 자장이 커지기 때문에 비림작하지 못하다. 일축 자기 이방성의 크기는, 10 erg/cm 이하, 바림작하게는 10 erg/cm이하이다. 각 강자성흥의 바람작한 막 두께는 나, 10 m이다.

제2 대자 제4 강자성흥(164, 166, 168), (AO)에 개제하여 인강자성 클립을 초래하는 제1 및 제2 비자성흥(165, 167)의 재료로는, CU, Au, Au, Cr, Ru, Fr, Al, 또는 이들의 참금등, 많은 금속을 이용할 수 있다. 특히, CU, Ru, Fr은, SP은 및 도메로 큰 반강자성 클립을 얻을 수 있으므로 비란격하다는 비자성흥의 막 도메가 비담격한 범위는, CLS는 2molics

터널 결연층의 재료로는, 상술된 비와 같이 시고, (M.O. 산화 결리콘, 140등을 이용할 수 있다. 터널 절 연층의 막 두째의 비란지한 범위는, 0,5~3m미다. 반강자성층의 재료로는, 상술된 비와 같이 FeNA, 마마, PNA 등을 이용할 수 있다.

이어서, 본 발생이 자기 저항 효과 소지를 작용한 자기 저항 효과 헤드에 대해 설명한다.

도 18은 본 말명에 따른 강자성 이층 터널 접합 소자를 포함하는 자기 저항 효과 헤드를 탐재한 자기 헤 도 18은 본 말명에 따른 강자성 이층 터널 접합 소자를 포함하는 자기 저항 효과 헤드를 탐재한 자기 헤 드 아셈블리의 사서도이다. 액투에이터 아암(201)은, 자기 다스크 장치 내의 고장촉으로 고정되기 위한 용이 설치되고, 도사하지 않은 구동 코일을 유지하는 보다 다스크 장치 내의 고장촉으로 고정되기 위한 단에는 사스펜션(202)에 고정되어 있다. 서스펜션(202)의 선단에는 상술된 각 형태의 강자성 이중 터널 전할 소자를 포함하는 자기 저항 효과 헤드를 탑재한 헤드 슬라이더(203)가 부착되어 있다. 또한, 처스 펜션(202)에는 산호의 기록 및 판독용의 리드션(204)에 배전되고, 이 리드션(204)의 일단은 헤드 슬라이 더(203)에 삽입된 자기 저항 효과 헤드의 각 전국에 접속되고, 리드션(204)의 타단은 전국 패드(205)에

접속되어 있다.

도 19는 도 18에 도시된 자기 해드 어셈블리를 탑재한 자기 디스크 장치의 내부 구조를 나타내는 사시도 이다는 자기 디스크(211)는 스핀들(212)에 장착되고, 도시하지 않은 구통 정치 제에부로부터의 제어 신호에 응답하는 도시하지 않은 모터에 의해 회전한다. 도 18의 액투에이터 아완(201)은 고정촉(213)으로 고정되고, 서스펜선(202) 및 그 선단의 해드 슬라이더(203)를 지지하고 있다. 자기 디스크 (211)가 화전하면 되고, 서스펜선(202) 및 그 선단의 해드 슬라이더(203)를 지지하고 있다. 자기 디스크 (211)가 화전하면 하는 슬라이더(203)의 매체 대학명은 자기 디스크(211)의 표면으로부터 소정량 부상한 상태에서 유지되고, 정보의 기록 재상을 확한다. 액투에이터 이완(201)의 기단에는 선형 모터의 1층인 음성 교일 모터 (214)가 설치된다. 음성 교일 모터 (214)는 액투에이터 마암(201)의 보반부에 감마 울려진 모시하지 않은 구동 고일과 미 교일을 제우도록 대항하여 배치된 영구 자식 및 대항 원리 이루어지는 자기 화로로 구성된다. 액투에이터 마암(201)은 고정촉(213)의 상하고 2개소에 설치된 도시하지 않은 볼 베어린에 의해 유지되고, 음성 교일 모터(214)에 의해 회전 미끄럼 이동이 가능하게 되어 있다.

자기 저항 효과 헤드의 용도로는 제1. 제2 및 제4 강지성 미종 터널 접합 소자(또 1. 또 2 및 또 4)를 미용하는 것이 바람직하고, 제1. 강자성 미중 터널 접합 소자를 미용하는 것이 보다 바람직하다. 또한, 자기 저항 효과 헤드의 용도로는 자장 중 성막,또는 자장 중 열 처리에 따라 인접하는 프총과 프리총의 소핀을 거의 작교시키는 것이 바람직하다. 미와 같이 하면 자기 [소크로부터 누설 자장에 대해 선형 응답을 얻을 수 있고, 어떠한 헤드 구조라도 사용할 수 있다.

이하, 본, 발명의 실시에에 대해 설명한다.

(실시예계

STAND 기판 또는 AID. 기판 함께 도시에 도시된 비와 같은 근조를 포함하는 2층의 강자성 이용 타닐 전 할 소자(시로 자일 시로 비를 제작한 예를 설명한다.

시로 A는, Tal 기초총, Fe-Mn/Mi-Fe의 2층막으로 이루어지는 제1 반강자성총, CoFe로 이루어지는 제1 강자 성총, At-Q,으로 이루어지는 제1 유전체총, CoFe로 미루어지는 제2 감자성총, AFQ,으로 이루어지는 제2 유전체를 Core로 미루어지는 제3 강자성을 N-Fe/Fe-Mo의 2층막으로 미루어지는 제2 반강자성을 기a 보 호층을 순차 작용한 구조를 포함한다.

, 사료, 마는, Tai 기초통, Tr-Mode 이루어지는 제기 반강자성통, Ca-Fels 이루어지는 제1 감지성통, ALOCO 는 제2,유청제층, CoFe로 이루어지는 제3 강자성총, L/AM으로 마루어지는 제2 반강자성총, Ta 보호층을 문자 작용한 구조를 포함한다.

사료 A는 이하와 같이 함으로써 제작하였다. 기판을 스테터 장치에 당고, 초기 전공도를 1×10 Torr로 설정한 후, Ar을 도입하며: 조정의 입력으로 설정하였다. 기판 장에: Ta(Som)/FeaMrus(20nm)/NjsFeb(5 nm)/Cofe(3nm)/AT aD(1,7nm)/Cos.Fe(3nm)/ Alau(2nm)/Cofe(3nm)/NisFeb(5nm)/FeatMn # (20nm)/Ta(5nm)를 순자 작용하였다. 또, Alabe, 순 fr 가스 속에서 Alel 경을 이용하여 시를 성임한 후, 진공을 깨뜨리지 않고 산소를 도입하며 플라즈마 산소로 노출시킴으로써 형성하였다.

·성기 전통막을 청막한 후 , 포토리소그라피 기술에 의해 최상부의 Ta 보호통 상에 100km 폭의 하부 배선 형상을 규정하는 제1 레지스트의 패턴을 형성하고, 미몬밀링 기술을 이용하여 기공하였다.

미마시: 제1 레지스트 패턴을 제거한 후, 포토리소그래피 기술에 의해 최상부의 Ta 보호를 상에 접합 지수를 규정하는 제2 레지스트 패턴을 형성하고, 미운밀링 기술을 마용하며 제1시대 으로부터 상부의 Cofe/N1-Fe/Fe-Mn/Ta를 가공하였다. 제2 레지스트 패턴을 날긴 상태에서, 전자 밤 중착에 의해 두께 300m의 취과을 파착시킨 후, 제2 레지스트 패턴 및 그 상부의 제3,을 리포트 오프하고, 접합부 외의 부분에 총간 절연맞을 형성하였다.

계속해서, 전국 배선의 현성 영역 미외의 영역을 피복하는 제3 레지쓰트 패턴을 형성한 후, 표면을 역쓰 퍼터하여 클리닝하였다. 전면에 시을 피취한 후, 제3 레지스트 패턴 및 그 장부와 시을 리프트 오프하며, 시 전국 배선을 형성하였다. 그 후, 지장 중 열 처리로에 도입하고, 필흥으로 합방향 미방성 들 도입하였다.

시료 8는 이하와 같이 함으로써 제작하였다. 기판을 스퍼터 장치에 넣고, 초기 진공도를 1×10 Forr로 설정한 후, Ar를 도입하며 소정의 입력으로 설정하였다. 기판 상에, Ta(5nm)/Fr_MD₂(20nm)/CoFe(3 nm)/Al-Q. (1:5nm)/CoFe(1nm)/Al -Q.(1.8nm)/CoFe(8 nm)/시r...Mn;(20nm)//Ta(5nm)를 순차 적충하였다. AF.Q.은 '삼기된 비와 동일한 방법에 따라 형성하였다.

상기 적총막을 성막한 후, 포토리소그래피 기술에 의해 최상부의 Ta 보호총 상에 100,m 폭의 하부 배선 형상을 규정하는 제1 레지스트 패턴을 형성하고, 이온밀링 기술을 이용하여 가공하였다. 이어서, 제1 레 지스트 패턴을 제거한 후, 포토리소그래피 기술에 의해 최상부의 Ta 보호총 상에 접합 지수를 규정하는 제2 레지스트 패턴을 형성하고, 이온밀링 기술을 이용하여 제1 ALG보다 상부의 COFE/NIJES/COFE/ALG/COFE/T-MGs/Ta를 가공하였다. 계속해정, 상기된 바와 같이, AlgG 총간 철연막의 형성, Al 전국 배선의 형성, 관층으로의 한방향 미방성의 도입을 행하였다.

'또한, 비교를 위해, 이하와 같은 사료 다닐 서로 이를 제작하였다.

시료 C는 강자성 심글 터널 접합 소자로서; Ta/ir-Mn/CoFe/Al-O./CoFe/NI-Fe/Tacl는 포함한다.

시로 마는 반강자성용을 포함하지 않은 강자성 미중 타닐 접함으로서, Ta(Snm)/CoPt(20nm)/Al-G(f:5) nm)/CoFe(Inm)/Ni_Fe:(3nm)/CoFe(Inm)/Al -G(f:6nm)/CoPt(20nm)/Ta(5nm)라는 적용 규조를 포함한다.

도 20에 사료 A 및 PCI 자기 저항 효과 곡선을 내다낸다. (사료 A는 250e라는 작은 지장에서 KR 변화를 27%를 얻을 수 있다. 시로 B에서는 프리홈(자기 기록홈)에 있대서의 Ni Fe 와 CoFe와의 및 두페버를 비꿈으로써 반전 자장을 제어할 수 있는 것을 알 수 있다. 즉, Ni Fe 의 막 두페커 Ing, 2m, 3m일 때, 국각 150e, 360e, 520e라는 작은 자장에서 저렇게 크게 변화하고 254대상의 큰 KR 변화율을 얻을 수 있다. 도 21에 시료 A_B, 및 C에 대해 W, 변화율의 인가 전압 의존성을 나타낸다. 또 미 도면에서는 MR 변화율을 전압 0V일 때의 값으로 규격하다고 있다. 미 도면으로부터, 시료 A 및 B는 시로 C에 비교하여 자기 저항 변화율의 값이 반이 되는 전압 Via이 크고, 전압 중대에 따르는 MR 변화율의 감소가 작은 것을 하나 A our

이어서, 지료 A, B 및 D를 슬레보이므코일 속에 두고, 필수 자계 2006 속에서 자화 고착룡의 자기 기록 상태의 피로 시험을 행하였다. 도 22에 시표 A, B 및 D에 대해, 필스 자장의 반전 포수와 울릭 전압과의 관계를 타타낸다. 이 도면에서는 출력 전압을 초기의 출력 전압치로 규격화하고 있다. 이 도면으로부 터 알 주 있듯이, 지료 메뉴서는 필스 자장의 반전 횟수의 증기에 따라 출력 전압이 현재하 저하한다. 이 메 대해, 지료 K 및 B는 자화 고착용의 자기 기록 상태의 피로는 보이지 않는다.

이상과 같이 도 1인 구조를 포함하는 강자성 이중 터널 검합 소자는 자기 메모리 장치, 자기 헤드에 점 용한 경우에 적합한 특성을 다른대는 것을 알 수 있다.

또 유전제통으로써 SiD., NN, NoO.LAND 또는 COF를 제용한 경우에도 경기된 HPL 등일한 경향을 볼

(실시(예2)

경기자이다. 기관 또는 SID 시간은 상에 도 2에 도시된 바와 같은 규조를 포함하는 2층의 감치한 이층 단달 정 할 수가(사로 12) 및 사로 12)를 제작한 예를 설명한다.

서로 12을, Tas기초층, Ni-Fe/Coffe의 2층명으로 이루어지는 제) 강자성층, Ni-Ge으로 이루어지는 제1 유전 제층, Coffe로 이루어지는 제2 강자성층, IE-MiC로 이루어지는 반강자성층, Coffe로 이루어지는 제3 강자 성층, Al-Gi으로 이루어지는 제2 유전체층, Coffe/Ni-Fe의 2층막으로 이루어지는 제4 강자성층, Ta 보호층 들 순채 작용한 구조를 포함한다.

시로 82는, 76 기초층, 'NI-F6/Ru/CoFe의 3층막으로 이루어지는 제1 강자성층, 제년으로 이루어지는 제1 유전체층, CoFe/Ni-Fe의 2층막으로 이루어지는 제2 감자성층, Fe-Mn으로 이루어지는 제1 반강자성층, 제5 Fe/CoFe의 2층막으로 이루어지는 제3 감자성층, ALA 으로 이루어지는 제2 유전체층, CoFe/Ru/Ni-Fe로 및 무어지는 제4 강자성층, 76 보호층등 순차 작층한 규조를 포함하다.

시르 A2는 이하면 같이 함으로써 제작하였다. 기판을 스피터 장치에 두고, 조기 장공도를 1×10 Torr로 실정한 로, 서울 도입하면, 소점의 일본으로 설정하였다. 기판 상에, Te(3mm)/Ni*,Fe(3f) im. 1월 5 또는 8mm/Cofe(1mm)/Al=0 (1/2mm) /FoFe(1mm)//1/2Mmm(F7hm)/Rofe(1mm)/Al=0 (1/5mm)/CoFe(1mm)/Ni *,Fe(4f) im. 1월 5 또는 8mm)/Ta(5mm)를 즐치 작용하였다. 또, 시대부는 슬 Ar 가스 슬에서 Af 타켓을 이용하며 시를 성임한 후, 진공을 베뜨리지 않고 산소를 도입하면 클라즈마 상소로 노출시장으로써 관심했다.

살기 착흥막을 정막한 후, 포토리쓰그래피 기술에 임해 최상부의 Ta 보호를 상에 100해 폭의 하부 배견 경상을 규정하는 제1 레지스트 패턴을 형성하고, 이온밀란 기울을 이용하여 가공하였다.

에에서, 제1 레지스트 패턴을 제거한 후, 포토리소그래피 기술에 의해 최상부및 Ta 보호총 상에 접할 지 수를 규정하는 제2 레지스트 패턴을 형성하고, 이온말랑 기술을 미용하면 제1 AFO 보다 상부의 Gord/b-No/CoFe/AI/AL/CoFe/AII-Fe/Ta를 가용하였다. 제2-레지스트 패ච을 날긴 상태에서, 전자 빔 증확에 의해 두께 300m의 ATC를 피착한 후, 제2.레자스트 패턴 및 그 상부의 ALC을 리프트 오프라고, 접함부 외의 부분에 총간 절면막을 형성하였다.

계속해서, 전국 배선의 형성 영역 미인인 영역을 피복하는 제3 레지스트 패턴을 형성한 후, 표면을 역스 팩하여 클리닝하였다. 전면에 사용 피착한 후, 제3 레지스트 패턴 및 그 상부의 사용 리프트 오픈하여, 사 전국 배선을 형성하였다. 그 후, 지장 중 열 처리로에 도입하고, 끈충으로 한방향 이방성을 도입하였다.

시로 B2는 이하면 같이 할으로써 제작하였다. 기판을 스펙 장치에 두고, 초기 전공도를 「×10 Torr로 설 정한 후, Ar을 도입하여 소정의 압력으로 설정하였다. 기판 상에, Ta(2m)/Nia,Fea(6m)/Ru(0.7 nm)/Co,Fea (3nm)/Al -다 (1.5mm)/ Cofe(1nm) /Nia,Fea(1nm)/FeaMrua(20m)/Nia,Fea (1nm)/Cofe(1nm)/Al 다(전기에)/Co,Fea(3nm)/Ru(0.7nm)/Nia,Fea(6nm)/Ta(5nm)를 근저 적용하였다. Art의은 상거된 비와 동일한

상기 적용막을 성막한 후, 포토리소그래피 기술에 의해 최상부의 Ta 보호층 상에 100cm 폭의 하부 매선 형상을 규정하는 제T 레지스트 패턴을 형성하고, 이온일링 기술을 이용하며 기공하였다. 이다에서, 제기 래 지스트 패턴을 제기한 후, 포토리소그래피 기술에 의해 최상부의 Ta 보호층 상에 접합 지수를 규정하는 제2 레지스트 패턴을 형성하고, 이온일링 기술을 이용하여 제1 시외보다 상부의 같이 함으로써, Alaqu 총간, 절면막의 형성, Al 전국 배선의 형성, 핀총으로의 한방향 이방성의 도입을 행하였다.

. 또한, 비교를 위해 ..미하와 같은 사로 C2 및 사로 D2를 제작하였다.

시로 C2는 강지정 심글 닭날 접합 소자로서; Ta(Gnm)/NI_{er}Fe_e(5nm)/CoFe(1nm)/Al₌O_e(12nm)/CoFe(1 nm)/I_{F=}Mn_a(17nm)/CoFe(1nm)/Ta(5nm)라는 점을 구조를 포함한다»

사료 02는 반강자성총을 포함하자 않은 강자성 이용 타발 전함으로서, Tail(3nm)/Nia,Feia(5nm)/BoFe(1 nm)/Al-Q,(1,2nm)/CoFe(1nm)/Al-Q,(1,5nm)/CoFe(1nm)/Nia,Feia(5nm)/Ta(5nm)라는 적흥 구조를 포함한다.

도 23에 서로 A2 및 B2의 저기 저항 효과 곡선을 나타낸다. 서로 A2로는 프리층(자기 기록총)에 있어서 의 Mafe 와 Cofe와의 막 두께비를 바꿈으로써 반전 저장을 제어할 수 있는 것을 알 수 있다. 즉, Mafe 의 막 두께가 3mm .5mm, 8mm일 때, 각각 150k, 260k, 380k리는 작은 자장에서 저항이 크게 변화하고, 26x 의 상의 큰 MR 변화율을 얻을 수 있다. 시로 B2는 390k라는 작은 자장에서 MR 변화율 26x를 얻을 수 있다.

도 24에 시골 A2, B2 및 C2에 대해 MR 변화율의 인카 전압 의존성을 LEI만다. 또, 이 도면에서는 MR 변화율을 건압 00일 때의 값으로 규결화하여 LIEHU고 있다. 이 도면으로부터 시급 A2 및 B2는 사료 C2에 비교하여 자기 저항 변화율의 값이 반이 되는 전압 N3가 크고, 전압 증대에 따르는 MR 변화율의 감소가 작은 것을 알 수 있다.

이어서, 시료 12, 12 및 02를 올레노이드 코일 내에 두고, 팔스 자계 700e 속에서 자화 고착총의 자기 기록 상태의 피로 시험을 향하였다. 도 25에 서류 12, 182 및 02에 대해, 팔스 자장의 반전 횟수와 출력 전입과의 관계를 나타낸다. 이 도면에서는 그를 전입을 초기의 출력 전입자로 구격했다고 있다. 이 도면 으로부터 분명히 일 수 있듯이나 시로 12로는 필스 자장의 발전 횟수의 증가에 따라 출력 전입에 현재하여하고 있다. 이에 대해, 서료 12 및 13는 자화 고착총의 자기 기록 상태의 피로는 나타나지 않는다. 또한 시로 122나 182의 비교에서는, 프리총에 반강자성 결합한 Colfe, Ruxing Fer 의 3층, 구조를 이용한 서로 182기 피로가 첨다.

'이상과 같이 도 2의 고조를 갖는 강자성 이종 타달 전한 소자는, 저기 메모리 장치, 자기 헤드에 적용한 경우에 적합한 특성을 나타내는 것을 될 수 있다.

또, 유전체층으로서 SIO., AIN, MgO; LaAIO, 또는 CaF를 이용한 경우에도 상기된 바와 동일한 경향이 보였다.

(실시예3)

37/SIC. 기판 또는 3/MLC, 기판, 상에 도 3에 도시된 비와, 같은 구조를 포함하는 2층의 강자성 이중 머닐 집합 소재(시로 A3 및 시로 B3)를 제공한 예를 설명한다.

서로 A3은, Ta.기초흥, 1i-Mo으로 미류메지는 제1 변강자성흥, Co-Fe로 미루메지는 제1 강자성흥, ALGO으로 미루메지는 제1 유전제흥, Co-Fe-Mo으로 미루메지는 제2 강자성흥, Fe-Mo으로 미루메지는 제2 변강자, 성흥, Co-Fe-Nic로 미루메지는 제3 강자성흥, A1.0 으로 미루메지는 제2 유전제흥, Co-Fe로 미루메지는 제4 강자성흥, Ir-Mo으로 미루머지는 제3 반강자성흥, Ta 보호흥을 금차 적용한 구조를 포함한다.

서로 88은, Ta 기초형, Ir-Mn으로 이루어지는 제1 변강자성총, Co-Fe/Ru/Go-Fe의 3층막으로 이루어지는 제1 강자성층, Al-Q으로 이루어지는 제2 강자성층, Cofe/Ni-Fe의 2층막으로 이루어지는 제2 강자성층, Fe-Mn으로 이루어지는 제2 반강자성층, Ni-Fe/Cofe의 2층막으로 미루어지는 제3 강자성층, Al-Q으로 이루어지는 제2 유전체층, Co-Fe/Ru/Co-Fe의 3층막으로 미루어지는 제4 강자성층, Ir-Mn으로 미루어지는 제3 반강자성층, Ia 보호층을 근자 작층한 구조를 포함한다.

시로 A3은 이하와 같이 하여 제작하였다. 기판을 스퍼터 장치에 무고, 초기 진공도를 1×10 Torr로 설정 한 휴를 모임하여 소정의 압력으로 설정하였다. 기판 상에, Ta(5nm)/LcMn, (18nm)/CoFe(2 nm)/Al_Q,(1.7nm)/Co, Fe,Nl,(2nm)/Fe,Mn,(17nm) /Co,Fe,Nl,(2nm)/Al_Q,(2nm)/CoFe(2nm)/Ir_Mn, (16nm)/Ta(5 nm)를 순치 적용하였다. 또 Al_Q은, 순 Ar, 가스 속에서 Al 티켓을 이용하여 Al를 성익한 후, 진공을 깨 뜨리지 않고 산소를 도입하여 플러즈마, 산소로 노출시킴으로써 형성하였다.

상기 적흥막을 성막한 후, 포토리조고래피 기술에 의해 최상부의 Ta 보호층 상에 100km 폭의 하부 배선 형상을 규정하는 제1 레지스트 패턴을 형성하고, 이온밀링 기술을 미용하며 가공하였다.

이어서, 제1 레지스트 패턴을 제거한 후, 포토리초그래피 기술에 약해 최상부의 Ta 보호층 상에 접합 치 수를 규정하는 제2 레지스트 패턴을 형성하고, 이온밀링 기술을 이용하여 제1 A1-0, 보다 상부의 Co-FeNI,/Fe , Mn/Co-Fe,N1,/A1-0,/Co-Fe / Ir_Mn,/Fa를 기공하였다. 제2 레지스트 패턴을 남긴 상태에서, 전자 빔 증칙에 약해 두께 350m의 A1-0을 피착한 후, 제2 레지스트 패턴 및 그 상부의 A1.0 4을 리프트 오프하고, 접합부 이외의 부분에 총간 절연약을 형성하였다.

계속해서, 전국 배선의 형성 명역 미외의 영역을 피복하는 제3 레지스트 패턴을 형성한 후, 표면을 역스 팩하여 클리닝하였다. 전면에 A1을 피착한 후, 제3 레지스트 패턴 및 그 상부의 A1을 리프트 오프하여, 위 전국 배선을 형성하였다. 그 후, 자장 중 열 처리로에 도입하고, 핀송으로 한병향 미방성을 도입하였다.

시료 B3은 이하와 같이 함으로써 제작하였다. 기판을 스퍼터 장치에 두고, 초기 진공도를 1×10 Torr로 설정한 후/ Ar를 도입하여 소정의 압력으로 설정하였다. 기판 상에, Ta(3mm)/Fr-Mn(14mm)/Co-Fe(1:5 mm)/Ru(0-7nm)/Co-Fe(1.5nm)/ 4시와(1.7nm)/Co-Fe(1mm)/Nu-Fe₂(2nm)/Fe₂(2nm)/Nu-Fe₃(2nm)/Nu-Fe₃(2nm)/Co-Fe(2nm)/Ru(0.8nm)/Co-Fe(2nm)/Tr-Nn(14mm)/Ta(5mm)를 순차 적용하였다. ALG 은 상 기된 바와 동일한 방법에 따라 혈생하였다.

시된 마약·동물은 흥분에 따다 등 8이 쓰다.
성기 적용마을 성막한 후 포토라소그래피 기술에 의해 최상부의 To 보호총 상에 100㎡ 폭약 하부 배선 형상을 규정하는 제단레지스트 패턴을 형성하고, 이온말링·기술을 이용하여 기공하였다. 이어제, 제단레 지스트 패턴을 제강한 후 포토라소그래피 기술에 의해 최상부의 To 보호총 상에 집합 지수를 규정하는 제2 레지스트 패턴을 형성하고, 이온말링 기술을 이용하여 제1 ALG보다 상부의 CoFe/NiaFea/Fea/Fea/LaFea/CoFe/Ai 。O:/CoFe/Ru/Co.Fe/Ir-Nia/Ta量 フB市内口: 用点的环心合习起 由 와 미찬기지로 할으로써, ALO, 총간 절면막의 형성, Al 전국 매선의 형성, 핀총으로의 한병향 이병성의

生む 日辺書 名材: のおみ 宅色 入主 C3 g 入主 C3 m 入力 C3 m 入力 C5 に (1.5 m)//C6 で (1.5 m)/C6 で (1.5 m)/

사로 DB은 반강자성총을 포함하지 않은 강자성 이중 티탈 전략으로서, Ta(5m)/EG:Pt-(15m)/EG:Pt-(

도 26에 사로 A3'의 88의 자기 저희 호과 곡선을 도시한다. 서로 A3은 570라는 작은 자장에서 제 변화을

도 20에 시독 42 로 마리 자가 지방 보내 크다를 포진되다. 자료 사는 1008년는 전는 사용에서 제 문화를 25%를 얻을 수 있다. 사로 83은 6308년는 걸은 자장에서 제 변화을 27%를 얻을 수 있다. 도 27에 사료 43, 명 및 C3에 대해 제 변화물의 인가 전함 의존성을 만든대한 또 이 도면에서는 제 변화물을 전앙 80분일 때의 값으로 귀결화하여 나타내고 있다. 이 도면으로부터 사료 48 및 68을 지료 C3에 대교하여 지기 전함 변화물의 값이 반이 되는 전압 10분기 갖고 '전앙 중대에 따르는 제 변화율의 감소 가 찾은 것을 알 수 있다.

이미처, 시료 43, 83 및 13을 올레노이드 코일 내에 두고, 필스 자계 750e 즉에서 자화 고층을의 자기 기록 상태의 피로 시험을 행하였다. 도 28에 시료 43, 83 및 10에 대해는 필스 자칭의 반전 횟수와 돌력 전입과의 관계를 Lieture 이 도면에서는 출력 전압을 조기의 돌력 정입자로 규칙하고 있다. 이 도면 으로부터 분명하 일 수 있듯에 시료 30에서는 필스 자장의 반전 횟수의 증가에 따라 돌력 전압을 전압한 환경하 저하고 있다. 이에 대해 서로 43 및 83은 자화 고착증의 자기 기록 상태의 피로는 보이지 않는데, 또한 시료 43과 83의 비교에서는 프리통에 반강자성 결합한 Co,Fe/Ru/Co,Fe의 3층 구조를 이용한 시료 B30) 때로가 적다.

이상과 같이 도 1의 구조를 갖는 강자성 이동 타닐 접함 소자는, 저기 메모리 장치, 저기(레드에 착용한 중국에 취합한 통칭을 나타내는 것을 일 수 있다.

在、中型机器OEARSTON ATT. NO. LAND. 生产 CAF 를 DI용학 경우에도 상치된 HEP 같은

(실시예4)

SECSID. 가프 또는 SECAND 강판 상에 도 4 또는 도 5엔 도치된 비와 같은 구조를 폭발하는 2층의 알지방 이용도별 집합 소재(서로 사 및 시로 여)을 제작한 예를 설명한다.

서로 세는 Je 기초층, Miffe/Coffe의 2층막으로 이루어지는 제기, 감자성층, 서·아으로 이루어지는 제기유 전체층, Coffe로 이루어지는 제2 감자성층, Ru로 이루어지는 제1 비자성층, Coffe로 이루어지는 제3 감자 성층, Ru로 이루어지는 제2 비자성층, Coffe로 이루어지는 제4 강자성층, Al-Q으로 이루어지는 제3 감자 체종: Co-Fe/Ni-Fe의 2음악으로 이루어지는 제5 강자성종: To 보호증을 순천 적충한 구조를 포함한다. 시로 BI는, Ta.기조흥, Mi-E6/Co-Fe의 2층막으로 이름어지는 제1 감자생흥, HIC으로 이름어지는 제1 유 전체용, Co-fe로 이루어지는 제2 강자성용, Ru로 이루어지는 제1 비지성용, Co-fe 강자성용, /ir 씨, 빈강 지성용/Co-fe 강자성용, Ru로 이루어지는 제2 비자성용, Co-fe로 이루어지는 제4 강자성용, 6140으로 미 루어지는 제2 유전체통, Co-FeAN Fe의 2등막으로 이루어지는 제5 강지정을, To 보호증을 순차 적용한 구조를 포함한다.

시로 A4는 이하의 같이 할으로써 제작하였다. 기판을 스퍼터 장치에 두고, 초기 전공도를 $1 imes 10^\circ$ Torr로 설정한 후, A7을 도입하여 소정의 입력으로 설정하였다. 기판 상에, $Ta(5m)Mi_{a}Fe_{\phi}(15m)/GaFe_{\phi}(3m)$ im)//AI_Q;[1_7im)/Cofe(2im)/Ru@_7im)/Cofe(2im)/Ru(8_7im)/Cofe(2im)/AI_Q;[2im]/Cofe 。Fe,(Ibim)/Ta(5mm)를 순차:작용하였다. 또, 사회은, 순사 강스 내에서 사표성을 이용하면 사용성막 한 후, 전공을 깨뜨리지 않고 산소를 도입하여 플라즈마 산소에 노출시킴으로써 형성하였다.

상기 작용막을 성막한 후 포토라소크래피 기술에 의해 최상부의 Ta 보호총 상에 100m 총의 하부 배선 형상을 규정하는 제1 레자스트 패턴을 형성하고, 미온밀링 기술을 미용하여 가공하였다.

이어서, 제1 레지스트 패턴을 제거한 후, 포토리소그래피 기술에 의해 최상부의 Ta 보호를 상에 접합 치 수를 규정하는 제2 레지스트 패턴을 형성하고, 이온밀링 기술을 이용하며 제1 시구나 보다 상부의

CoFe/Ru/CoFe/Ru/CoEe/AI_C./Co4Fe 등/Ni_Fe,_/To를 가공하였다.

제2 레지스트 패턴을 남긴 상태에서 고전자 밤 충화에 위해 두께 300여의 사 0.5을 피착한 후 제2 레지스트 패턴 및 그 상부의 ARG을 리포트 오프하고, 접함부 DI외의 부분에 총간 절연막을 형성하였다.

계속해서, 전국 배상의 형성 영역 미외의 영역을 피복하는 제3 레지스트 패턴을 형성한 후, 표면을 역스 퍼터하여 클리닝하였다. 전면에 사용 피속한 후, 제3 레지스트 패턴 및 그 상부의 사용 리프트 오프하며, 사 전국 배선을 형성하였다. 그 후, 자장 내 열 지리로에 도입하고, 핀총으로 한병합 이방성 AL을 리프트

시료 84는 미하와 같이 하여 제작하였다. 기판을 스퍼터 잘치에 당고, 초기 진공도를 1×10⁻⁷ Forr로 설정 한 후: Ar을 도입하며 소정의 입력으로 설정하였다. 기판 상에, Ta(5nm)/Niafea(15nm)/Cofe(2 nm)/Arsu, (1.5nm)/Cofe(1.5nm)/Ru(0.7nm)/ Cofe(1.5nm)/Ir-Mn(14nm)/Cofe(1.5nm)/Ru(0.7nm)/Cofe(1.5 nm)/ALGQ(2nm)/CoxFe(2nm)/NiaFew(U5nm)/Ta(5nm)를 순자 적용하였다. ALGQ은 상기된 바와 같은 방법에 따라 형성하였다.

상기 '적흥마을 성막한 후, 포토리쏘그래피 기술에 의해 최상부의 'Ja 보호흥 상에 100gm 폭의 하뷰' 배선 열상을 규정하는 제가 레지스트 패턴을 형성하고, 이모말라 기술을 이용하여 가공하였다. 이머사, 제가레 지스트 패턴을 '제거한',후, 포토라소그래피 기술에 의해 최상부의 'Ja 보호흥 상에 접합 지수를 규정하는 제2 레지스트 패턴을 열성하고 이모말림 기술을 이용하여 제가 Also,보다 상부의 CoFe/Ru/CoFe/Ir-Mo/CoFe/Ru/CoFe/Also,/CoFe/Nig-Feig/Tai를 가공하였다. 계속해서, 상기된 바와 같이, Also, 흥간 절연막의 열성, Al 전국 배전의 형성, 프총으로의 한번장 이방성의 도입을 행하였다.

또한, 비교를 위해, 미하면, 같은 지르 여들 지수하였다.

· XI AI CA는 CIAN AIE EIE AT AT ANEX TO (Com) No. Few (Com) YEAR (Som) XALOX (E. 7mm) ACOFF (C nm)/Ru(0.7nm)/CoFe(2nm)/Ru(0.7nm)/CoFe(2nm)/Ta(5nm)리는 점鲁 平조鲁 至包含形。

사료 14는 반강자성 결합이 없는 강지청 이동 터날 접합으로서, Ta(5nm) /Nis.Fe.(16nm)/CCLFe.(3 nm)/A/-Q.(1.7nm)/Core(5nm)/AF _Q.(2nm)/CorFe.(3nm)/Nis.Fe.(15nm)/Ta(5nm)/Fe. 점을 구조를 포함한다.

도 29에 시로 A4 및 B4의 지기 개항 호과 공전을 LIELMED. 시로 A4는 330e리는 작은 자장에서 MR 변화을 20%를 얻을 수 있다. 시로 B4는 180e리는 작은 자장에서 MR 변화을 20%를 얻을 수 있다.

또 30에 시료 %4, 84,및 C4에 대해 MR 변화물의 인가 전압 의존상을 LIENUCH, 또, 이 도면에서는 MR 변화물을 진압 0V일 때의 값으로 규격화하여 나타내고 있다. 이 도면으로부터, 서로 MA 및 BA는, 서로 C4에 비교하여 자기 저항 변화물의 값이 반히 되는 전압 YLJ가 크고, 진압 중대에 따르는 MR 변화물의 감소 가 작은 것을 알 수 있다.

이에서, 시료 A4, B4 및 마를 슬레노미드 코밀 내에 두고, 팔스 자계 400e 속에서 자화 고축증의 자기 기록 상태의 피로 시험을 향하였다. 도 30에 시료 A4, B4 및 D4에 대해, 필스 자장의 반전 횟수와 출력 전입기의 관계를 나타낸다는 이 도면에서는 출력 전입을 초기의 출력 전입지로 규격하고 있다. 이 도면으로부터 분명히 말 수 있듯한, 시료 D4에서는 팔소 자장의 반전 횟수의 증가에 따라 출력 전입이 현재해 저하고 있다. 이에 대해, 시료 A4 및 B4는 자화 고착증의 자기 기록 상태의 피로는 보이지 않는다 또한, 사료 A4와 B4의 비교로는 자화 고착증에 반강자성증을 삽입한 CoFe/Tr/CoFe/Tr/Mn/CoFe/Tr/CoFe의 7층 구조를 이용한 사료 B4가 파로가 적다.

이상과 같이 도 4억 규조를 갖는 강자성 이중 단실 접합 소자는, 자기 메모리 장치, 자기 헤드메 적용한 공유에 적합한 특성을 나타내는 것을 알 수 있다.

또...유전체총으로서 있다. AIN. MgO. Lakin. 또는 Carle 이용한 경유에도 상기된 바라 같은 경향을 볼 수 '있었다.

(台人内(5)

도 7 또는 도 9에 도시된 MRAM을 상청하며, 외 310 또는 310 기관 상에 도 32에 도시된 비언니같은 규조 를 포함하는 강자성 이중 터널 접함 소자(시로 AG 및 시로 BG)를 제작한 예를 설명한다.

사료 A5는, Te 기초층, Ee-Mo으로 이루어지는 제1 변강자성층, Ni-Fe/Co-Fe의 2층박으로 이루어지는 제1 강자성층, A1-G,으로 이루어지는 제1 유전체층, Cg-Fe로 이루어지는 제2 강자성층, A1-G,으로 이루어지는 제2 유전체층, Cd-Fe로 이루어지는 제3 강자성층, 바트선(Ni-Fe로 이루어지는 제3 강자성층, Fe-Mo으로 이루어지는 제2 반강자성층, A1로 이루어지는 금속층)을 순차 적층한 구조를 포함한다.

시료 85는, Ta로 마루어지는 기초층, Tr-Mn으로 이루어지는 제1 반강자성층, Co-Fe로 이루어지는 제1 강 자성층, Al-O,으로 이루어지는 제1 유전체층, Co-Fe/Ni-Fe/Co-Fe의 3층막으로 미루어지는 제2 강자성층, ATGO로 이루어지는 제2 유천체총: Co-leg 이루어지는 제3 강자성총, 비트선(Co로 이루어지는 제3 강자 성통, Fr-Mn으로 이루머지는 제2 반강자성통, AF로 미루머지는 금속통)을 순차 적충한 구조를 포함한다.

도 32에 도시된 바와 같이, 사료 A5 및 B5 중 모두, 접할 면적에 비교하여 제2 반강자성막의 면적이

서료 A5는 이하와 같이 함으로써 제작하였다. 기판을 스페터 장치에 넣고, 초기 진공도를 1×+0 Torr로 설정한 후, Ar를 도입하여 소정의 압력으로 설정했다. 기판 상에, Ta(5mm)/Figs/Min/Aliste/(5

(1.7km)/CoFe(2km)/Al 고(1.7km)/Co, Fe(3km) /Al고(2km)/CoFe(2km)/To(5km)를 순차 적출하였다. 또 사고는, 순취 가스 속에서 Al 단켓을 이용하여 Al을 성막한 후, 진공을 깨뜨리자 않고 산소를 도입하면 플리즈마, 찬조에 노출시킴으로써 형성하였다.

상기 적흥막을 성익한 후, 포토리소그래피 기술에 의해 최상부의 Ta 홍 강에 50m 폭의 하부 배선 형상을 규정하는 제 [레지스트,패턴을 형성하고: 마온밀랑 기술을 미용하여 가공했다.

마마사 제기레지스트 파틴을 제거한 홍, 최장분의 대충 살에 전자성 레지스트를 도포하고, 티 요화 증치 를 이용하여 제[A,0,보다 장부약 각 총의 미세 기금을 빨하고, 접한 면적 1×1,4,0,05×0.5,4,015× 다.15km,의 강자성 타날 접합을 제작하였다. 전자선 레지스트 패턴을 남긴 상태에서, 전자 빔 중칙에 의해 두께 300km의 A 다음 피착한 후 전자선 레지스트 패턴 및 그 삼부의 Al-다음 라프트 오프하고, 절합부 외 의 부분에 총간 절연의을 형성하였다.

계속해서, 전국 배선의 현성 영역 이외의 영역을 피복하는 제3 레지스트 패턴을 형성한 후, 표면을 역스 팩하면 클리닝하고: 또한 1한흥을 제거하였다. 그 후: 비트선의 전국 배선으로서 Nife 5m/Fe Miss 18m ://ii 5m를 근치 점층하였다. 제3 레지스트 패턴 및 그 상부의 전국 배선을 라프트 오프하였다. 그 후: 지장 중 열 처리로에 도입하고, 핀층에 한방향 이방성을 도입하였다.

/시료 185는 이하와 같이 함으로써 제작하였다. 기판을 스페터 장치에 넣고, 초기 전공도를 (x Nd forr로 실정한 후: Ar를 도입하며 소정의 입력으로 설정하였다. 기판 상에, Te(5nm)/FrzMn, (18nm)/CoFe(3 nm)/Al-Q (1:5nm)/CoFe(1nm)/NI (Fel(3nm)/CoFe(1mm)/Al-Q((1:8nm)/CoFe(3am)/Te(5nm)를 순치 작 흥하였다. Al-Q (근 상기본 비와 동일한 방법에 의해 형성하였다.

《상기·전통망을 성밀한 후, 포토리소그래피 가술에 의해 최삼부의 Ta 후 상에 50년 폭의 하부 배선 형상을 규정하는 제 레지스트 패턴을 형성하고, 미온밀량 기술을 미용하며 기공하였다.

만응에 자 제 대자스트 패턴을 제거한 후 최상부의 Ta 후 장에 전자건 레지스트를 모포하고, EB 모호 장지를 마음하여 제 제 제 대보다 상부의 각 후의 미세 기공을 했다고 집합 면착 1×1~, 055×0.5~, 0.16 ×0.15~, 02 강치성 타일 집안을 제작하였다. 전자선 레자스트 패턴을 남긴 상태에서, 전자 밤 충착에 의 다 1 300~, 1 1 2 대학 후 전자선 레지스트 패턴 및 그 상부의 제 대를 리프트 오프라고 집합부 미외의 부분에 흥간 철연익을 형성하였다.

계속하시. 전국 배선의 형병 영역 이외의 영역을 때복하는 제3 레지스트 때턴을 형성한 후, 표면을 역소 퍼턴하여; 클리닝하다, 또한 Ta 등을 제기하였다. 및 후, 레트섬의 전국 배선으로써 Co/(t) 바ャ(18) 매가(A)(5m))을 순치, 착동하였다. 제3 레지즈트 패턴 및 고 상략의 전국 배선을 리프트 연구하였다. 고 후, 자장 중 및 처리로에 도입하고, 끈을에 한방향 이빙성을 토입하였다.

从显(1555) 罗利省、台湾(ET) 图像 全对三代。Te(5m)// t=Ms(16m)//CoFe(3m)//At-Q(1+5m)//CoFe(1 im)/Nicte (Gnm)/EoEe(1im)/Ta(5im)라는 적達·子本夏 至實施任

사료 65의 등일한 작을 구조, 즉 I4(55m)/[E-Mis(165m)/CoFe(35m)/AL-G(155m)/CoFe(45m)/AL-G(155m)/CoFe(45m)/AL-G(155m)/CoFe(45m)/AL-G(155m)/CoFe(45m)/AL-G(55m)/

시로 당는 변경자성통을 포함하지 않은 김지성 마중 단말 접함으로서, Ta(5nm)/CofePt(13mm)/AI-Q.(1.5. nm)/Cofe(dinm)/Nitre:(3nm)/Cofe(dinm)/AI -Q.(1.8nm)/CofePt(13mm)/Te(5nm)/It 젖흥 구조를 포함한다.

또 33에 서로 A5 및 B5의 자기 저항 효과 곡선을 나타낸다. 서로 A5는 290리는 작은 자장 을 28%를 얻을 수 있다. 시로 B5는 390리는 작은 자장에서 MP변화을 27%를 얻을 수 있다.

도 34에 시글 45, 165 및 C5에 대해 4R 변화율의 인가 전압 의존성을 LEI만다. 또, 미·도면에서는 4R 변화율을 진압 0V일 때의 같으로 규칙하여 나타내고 있다. 이 도면으로부터 시글 45 및 165는 시글 65에 비교하여 지기 저항 변화율의 김의 반이 되는 전압 15가 크고, 진압 중태에 따르는 4R 변화율의 김소

이어서, 사료 45, 85, 05 및 E5를 슬레노이드 코일 내에 두고, 필스 자계 7000 즉에서 자화 고착용막 자기 기록 상태의 파로 시험을 행하였다. 도 35에 사료 45, 85, 05 및 E5에 대해, 필스 자장의 반전 환수 오후 전압과의 관계를 나타낸다. 이 도면에서는, 출력 전압을 초기의 출력 전압자로 구축 환수 있다. 이 도면으로부터 분명히 알 수 있듯이, 시료 E5에서는 필스 자장의 반전 활수의 증가에 따라 출력 진압이 현재히 제하하고 있다. 또한, 시료 05는 시합 면적이 작물수록, 피로가 심해지는 경향을 나타내 이것은, 진합 면적이 가용 손상 등으로 상부 자화, 고착용이 열하했기 때문이라고 생각할 어, 도 32에 도시된 바와 같이, 상부의 반강자성종을 비트선의 일부로서 구성하는 것이 유리한 것을 알수 있다.

'미상과 끝에 도 32억 구조를 갖는 강자성 마중 터널 접합 소자는, 특히 자기 메모리 장치에 적용한 경우 에 적합한 특성을 나타내는 것을 알 수 있다.

또 유전체총으로서 \$105, AINTMgO, LaAIO, 또는 CaFe를 미용한 경우에도 상기된 바와 동일한 경향을 볼 수

(실시예6)

실사에 1~4와 동일한 방법에 [[다라, St/SiO 기판 또는 SiO; 기판 상에, 도 가~도 4에 도시된 기본 구조를 포함하는 강자성 미종 타일 접한 소자를 제작하였다. [미름의 소자의 적흥 규조를 표 1에 나타낸다. 또 기초층 및 보호층으로는, Jay II, II/(라), Pt., II/(라), Ia/(라), Te/(라), Iu/(라), 중 먼는 하나를 미용하고 있다. 미를 사료에 대해, MR 변화율이 1/2로 감소하는 전입자 Ma., 180000회의 프리층(자기 기록층)(반전 시민 출력치와 초기 출력치와의 바를 표 1에 나타냈다. 어떤 시료라도 큰 MR 변화율을 얻을 수 있고, 전압 의 조의 MR 변화율의 감소 정도도 강자성 심글 터일 접합 소재에 비해 작다. 또한, 프리층(자기 기록층)의 자화 반진을 반복해도, 출력 전압의 저하는 가의 없어, 피로가 작다.

IH O

Committees Control of the Control of	ij ^y ©s Ex.Πον.Cb	Complete the Control C	Tem)(2) ii (1) i	Com) - Sunate State Policy (Action of Com) (2500) (2500) (2500)	Servino de Propinsi Propinsi de Propinsi	(12) jen (16) (16) jen (17) (17) Mirs/Lei (16) (16) (16) (16) (17) (18) (18) (18) (18) (18) (18) (18) (18	Clind (Smile)	Czrim (Z) ru/X (-35mX 0 zmX (zmX (zmmX (zmm) (zmm)) (15mm)	(1) The state of the Miles of Same of	Nibresを持つ。それに対しは対象が作品が、作品が同じ、は元元(Line (Cate St. 1866) - 「Para X Line (M. Kinn)、thrus(1864年)、最初で「Line (Cate St. 1866)	1990) 16591 1238 17761	7651947234000 (13460)	Comp. (The A. State of Anna J. Lamp J. A. J. Oly Cook For N. B. Sey (P. I. M.)	egralnyGos(regnizeeAr- ear-)Cos(uniXinp>	/gr Ciglra/Giby/Cayles (Lam) (Lamp) (Ciglra
19.9	30,00	989	\$10:	3 81	Tinns.		203	0.44	(8.0	510	900	์ ผู้หัก	es ic	1.0.	17.0
The Carlo	¥8.6	0.90	0	150	0,62	Light A		0.94	0,91	6,5%	6.97	300	o po	0.96	PCO

또, 본 발명에 있어서, 각 총간의 원자 확산 혼합이 생기는 경우가 있을 수 있었다. 예를 들면, 스퍼터링 세에 스펙 강도를 강하게 하면, NiFe 합금층, Co 기 합금층, 또는 이들과 비자성총이나 반강자성층 사이에서의 원자의 확산이 생긴다고 생각할 수 있다. 또한, 온도나 시간에도 의존하지만, 열 처리라도 등

일한 원자 확산이 생긴다고 생각할 수 있다. '이러한 원자 확산이 발생해도, 각 총을 구성하는 재료가 본 발명에서 요구되는 자기 특성을 나타내고, 명시한 재료의 범위 내에 포함되는 한 본 발명의 범위로 들어 간다.

(실지예?)

SV(SIDE 기판 또는 AIDE 기판 상에 도시에 도시된 비와 같은 구조를 포함하고, 프라총의 두메가 다른 3종

의 강자성 이중 터널 접할 조자(사로 11, 12 및 13)를 제작한 예를 설명한다. 사료기1는, Ja 기초총, Fe Mini Fe의 2홀막으로 이루어지는 제1 반강자성총, Core로 이루어지는 제1 강 자성총, 제10,으로 이루어지는 제1 문전체총, Core로 이루어지는 제2 강자성총, 세10으로 이루어지는 제2 유전체총, Core로 이루어지는 제3 강자성총, Minre/Fe,Mail 2홍막으로 이루어지는 제2 반강자성총, 10 보 모증을 순차 적용한 구조를 포함하고, 프리총인 Core로 이루어지는 제2 강자성총의 및 두메기, 2.5m로 결

시료(TIC=O)하면, 알이 향으로써 제작하였다. 기판을 스펙 장치에 남고, 초기 진공도를 [x10]Torr로 설 장한 흥, kr을 도입하면 소청의 입력으로 설정하였다. 기판 상에: Ta(5mm)/FeaMnua(20mm)/Ni Fe(5 pm)/CoFe(3hm)/ZAI (1.7hm)/Co, Fe(2.5hm)):/AILO(2hm)/CoFe(3hm)/NI,Fe(5hm)/Fe(Mhu (20hm)/Ta(5hm))를 순차 작용하였다. 또 사고이는 중사건은 중에서 시 타건을 마용하여 사용 성명한 홍, 진공을 깨뜨리지 않고 산조를, 도입하며 플라즈마 산조에 노출시킴으로써 형성하였다.

상기 작용약을 성약한 후, 포토리조기배파 기술에 의해 최상부의 Ta 보호용 상에 100km 품인 하부 배선 영상을 규정하는 레지스트 패턴을 행성하고, 이온말림 기술을 이용하며 기공하였다. 이어서, 레지스트 패턴을 제거한 후, 포토리조그래피 기술 또는 전자선 리소크래피 기술 및 RIE에 의해 최상부의 Ta 보호용 상에 접합 지수를 규정하는 Ti, 하드 마스크를 명성하고, 미온밀림 기술을 이용하며 제1 ALG 보다 상부의 Core/N-Te/Fe-Mn/Ta를 기공하였다. 이 공정에 의해 접합 품을 여러한 지로 변화시켰다. 접합 폭이 Ikm 이하의 소자를 형성하는 경우에는 전자전 리소크래피 기술을 이용하였 다. 집합부 상에 레지스트 패턴을 형성하고, 스펙탑 또는 플라즈마 CV이번에 따라 듯께 300km의 310를 피 적한 후, 레지스트 패턴 및 그 상부의 310를 리프트 오프하고, 접합부 이외의 부분에 출간 절연의를 형성 하여다.

계속하시, 전국 배선의 형성 영역:미외의 영역을 피복하는 레지스트 패턴을 형성한 후, 표면을 역스펙하는데 클리님하였다는 전면에 사를 피착한 후, 레지스트 패턴 및 그 상후의 사을 리프트, 오프하며, 사 전국 배선을 형성하였다. 그 후, 자본 중 열 처리로에 도입하고 프롬에 한병량 이방성을 도입하였다.

사료 IV는 "프리즘인 Goice 이루어지는 제2 강자성증의 막 두제를 "해로 한 것 되어는, 서로 다마 비전한 지로 함으로써 제작하였다.

서로 10은 프리홈인 Coffez 이루아지는 제2 김자설층의 막 두께를 17m로 한 것인에는 시로 11과 미찬자 자루 함으로써 제작하였다.

도 26에 시로 TL, 대한 및 T3에 대해, 소재의 접합 복과 프리종의 반전 자장과의 관계를 나는반다는 1에 도 단에서는 활동을 접합 폭 WP 역수(7/W)라고 한다. 도 36에 도서된 바와 같이, 어떤 사로라도 접합 품을 축소시킴에 따라 반전 자장이 증대하고 있다. 이것은, WRM 응용에서는 전함 품을 촉소시킴에 따라 키입 사라 소비 전략이 증대하는 것을 의미한다. 그러나, 프리종의 및 두메가 왕은 사로 TI로서는 직접의 게 시와 소비 전략이 중대하는 것을 의미한다. 그러나, 프리종의 및 두메가 왕은 사로 TI로서는 직접의 게 시와 자작고 결혼 폭의 축소에 따른는 반전 자장의 증대가 위치되고 있다. 한편, 프리종의 및 두메가 베교적 두메운 지료 T2 및 T3에서는 전한 폭의 촉소에 대로는 반전 자장의 증대가 현재하다고 WRM 응용 에 있어서 기업 사의 소비 전략이 한제히 증대할 우려가 있다. 한편 사로 T1에서는 반전 자장의 기공 기술로 원이지는 접 함 폭 이 25mm(1/W-4)의 소자에 주목하여 반전 자장을 비교한다. 사료 T1에서는 반전 자장이 10000분다. 작고, 금을 한층 ID 미체회에 대응할 수 있다. 한편 사료 T2 및 T3에서는 반전 자장이 10000분다. WRM 응용에서 기압 자의 소비 전략이 이미 높고, 한층 II 미세화에 대응하는 것은 프라하다.

도 37에 시로 II T2 및 13에 대해 IR 변화물의 인가 전압 의존성을 LIEUUG. 또, 이 도면에서는 IR 변화물을 전압 0V일 III의 강으로 규칙하여 다타내고 있다. 프리총의 및 두메기 얇은 지료 T에서는 IR 변화물의 값이 받이 되는 비미어스 전압 V, 가 0 V에를 넘고, 바이어스 의존성에 억제되고 있다. 한편 프리총의 및 두메가 비교적 두개운 지료 T2 및 13은, 강자성 성을 타닐 접합 소자에 비교하면 비한어스 의존성이 작지만, V, 는 0 8V이만이고, 지료 TI에 비교하여 분명히 뒤떨어진다.

도 36 및 도 37으로부터, 프리홈의 두메가 양을수록, 접합의 마세화에 따르는 반찬 자장의 증대가 의제되고, 또한 바이에스 의존성도 개선되는 것을 알 수 있다. 프리홈의 두메가 5m 이하이면 0.25m 물의 소 자로 반전 자장이 1000은 이하로 업제되고, 또한 WR 변화율의 바이어스 의존성도 개선된다. 그러나, 프리 종의 두메가 Imp 미만에 되면 : 프리홈이 연속막이 되지 않고, 유전체를 중에 강자성 인자가 보신한 구 후의 구매가 Imp 미만에 되면 : 프리홈이 연속막이 되지 않고, 유전체를 중에 강자성 인자가 보신한 구 의 그래돌다 구조가 될 우려가 있다. 이 글과, 정합 특성의 제어가 근란해지고, 미법자의 크기에 따라서 의 실온으로 조상자성에 되어 WR 변화율이 국단적으로 저하한다는 문제도 생긴다. 따라서, 프리홈의 등 제는 ~5m인 것이 바람직하다.

(실시예8)

'SIVSID, 기판 상에 도 14와 같은 구조를 포함하는 MRAM을 제작한 예를 나타낸다. Si 기판(151) 상에 플라 조마, CVD에 의해 S(D)를 성막하였다. 삼감 프로세스를 마용하며 워드션(152)을 형성하였다. 즉, 레지스 트를 도포하여 포트리소그래피에 의해 레지스트 패턴을 형성하고, RIE에 의해 310에 홈을 가공하고, 도금 법을 마용하여 홈 내에 Cu를 때립한 후, CMP에 의해 평탄회를 행하고, 워드션(152)를 형성하였다.

- 호, 플라즈마 CVD에 의해, 워드선(152) 상에 등째 250m의 310층간 절연막을 형성하였다.
- 이 서료를 스퍼터 공치에 넣고,, 초기 진공도를 3×10. Torr로 설정한 후, Ar을 도입하여 소정의 압력으로 설정하였다. SiDJ 흥간 절연막 상에, Ta 기초층/Cu(50mm)/NjarFey(5mm)/Jc(Mrys(12nm)/CoaFey(3) nm)/A/30-(1nm)/CoseFes (2nm)/N/a/Fese (1nm)/CoseFese (2nm)/Ru(0-9nm)/CoseFese (2nm)/N/a/Fe a (1nm)/CoseFese(2 nm)/AlaQa(:1nm)/CQaoFe: 由(3nm)/Ru(0:9nm)/CQaoFeo/IraMnpa(12nm)/N(a,Fe + (5nm)/Au/보호막을 적흥하였다. 시나다는 중 사 가스 등에서 시 타인을 마음하며 시을 성막한 후, 전공을 제뜨리지 않고 산소를 도입하며 플리즈마 전소에 노출시킴으로써 형성하였다.
- 성기 적총막 상에 있다를 성막하고, 레지스트를 도포하며 포토리소그래피에 위해 레지스트 패턴을 형성하 고, RIE에 의해 금속 배선(153)을 규정하는 하는 마스크를 형성한 후, 이온밀림을 행하며, 점흥맞을 기공 하였다. 그 후, 레지스트 패턴을 제거하였다.
- 이어서... 레지스트를 도포하여 포토리소그래피에 의해 전합 치수를 규정하는 레지스트 패턴을 형성하고. 민옥말링 기술을 미용하여 제기시되었다. 상부의 적충약을 기공하여 TMR 소자를 형성하였다. TMR 소자의 엘 사이즈는 전부 0:4×0:4×ii로 하였다. 그 후, 레지스트 패턴을 제거하였다.
- 계속해서, 플라즈마 CVD에 의해 Sio. 총간 철면막을 성막하고 CMP에 의해 250m의 등에까지 같아. 명단화 하였다. 전면에 60, 결연막, 및 60를 적출하였다. 미 적출막 상에 51,N를 생약하고, 레지스트를 도모하 이 포토리소그래피에 의해 레지소트 패턴을 형성하고, RIE에 의해 하드 미스크를 형성한 혹, 미온밀링을 행하고, 비트선(154), 홈간 겉면흥(155), 및 제2 워드선(156)을 형성하였다. 그 후, 서로를 지장 중 열 처리로에 도입하고, 자기 기록층에 일촉 미방성을 ,, 자형 고착층에 한방향 미방성을 도입하였다. 얼마찬 MRAM에 대해:미하엄 해의 방법으로 기업을 했다다.
- (1) TMR, 조자에 1mA의 소편 전략을 주입하면서, 위드전(152) 및 제2 위드전(156)에 Tonsec의 전류 필스를 즐려 자기 기록총(115)의 용미축 방향 및 곤란축 방향으로 전류 자작을 인기하는 방법.
- (8) 1째 소자에의 스핀 전류의 주입만을 행하는 방법
- (3) 워드선(152) 및 제2 워드선(156)에 [Unsec의 전투 필소를 끌려 자기 기록홍(115)의 용이축 방향 및 프라족 방향으로 전류 자장을 인기하는 방법
- 또, 저기 가록용((15)의 곤리를 말할으로 전류 자장을 인기하기 위한 전류 필스는 10nsec, 3ml 일점하게
- 지기 기록총(115)의 자화 반전은, 기업을 행한 후, TMR 셀에 작용 전류를 돌려. 폴릭 전압대 변화하는지 의 명부에 따라 판단하였다.
- 본 실시에에서의 D.4×0,45m리는 사이즈의 TMR 소지에 대해서는 (2)의 TMR 소지에의 스핀·전류의 주입만을 향하는 방법으로는 전류지를 10mM까지 증기시켜도, 자화 반전은 관측되지 않았다. (3)의 자기 기록 증(115)의 용이 총 방향 및 곤란축 방향으로 전류 자장을 인기하는 방법으로는 자기 기록증(115)의 자화 반전을 일으키기 위해서는 자기 기록증(115)의 용이축 방향으로 전류 자장을 인기하기 위한 전류를 (.3 짜까지 증가시킬 필요가 있었다.
- 이에 대해: (1) 방법으로, 1mA의 소프 전류를 즐리면서. 자기 기록총(115)의 용대촉 방향으로 전류 자칭을 인가하기 위한 전류를 증가시킨 Hb. 2.5mA의 전류치로 자기 기록총(115)의 자화 반전이 확인되었다. 또한, 저기 기록총(115)의 용미촉 방향으로 전류 자장을 인가하기 위한 전류의 방향, 및 TMR 소자에 즐리는 스프 전류의 방향을 및 TMR 소자에 즐리는 스프 전류의 방향을 및 TMR 소자에 즐리는 스프 전류의 방향을 맞고 TMR 소자에 즐리는 스프 전류의 방향을 발표에 따라, 상기된 바와 같은 작은 전류치대로 자기 기록총(115)의 자화 반전을
- 이와 같이, 본,실시에의 MRAM의 구조 및 기입 방법을 채용하면, 소핀 주입에 적합한 구조를 포함하고, 전 류 자계를 인기하기 위한 배선에 들리는 전류 및 TMP 소자에 들리는 전류를 작게 할 수 있다. 따라서 MRAM의 고밀도화에 따라 배선 폭 및 TMP 소자 사이즈가 작아져도, 배선의 용용 또는 터널 배리머총의 파 과를 억제할 수 있다. 신뢰성을 향상할 수 있다.

(실시예9)

- 도 16에 도시된 바와 같은 자기 저항 효과 소자를 제작한 예에 대해 설명한다. 마그네트론스퍼터 장치를 미용하여, 열 신화 3 기판 상에, 10m의 Ta710m의 Nife로 미루머지는 기초총, 50m의 (rMn으로 미루머 지는 반강자성총(161), 15m의 Coffee 마루머지는 제1 강자성총(162), 15m의 제다으로 미루머지는 제1 터널: 철연총(163)), 1:5mm의 Co-Fe로 미루어지는 제2 강자성총(164), 0:8mm의 Ru로 미루어지는 제1 비자성 총(165), 의 5mm의 Corfe로 미루어지는 제3 강지성총(166), 0:8mm의 Bu로 미루아지는 제2 비자성총(167), 2.0m의 Nife로 미루머지는 강자성총(168b), 1.5m의 Co.Fe로 미루머지는 제4 강자성총(168), 1.5m의 ALO,으로 이루어지는 터널 절면송(188). 1.5m의 Co.Fe로 이루어지는 제5 강자성송(170), 50m의 HM으 로 이루어지는 반강자성총(171)을 순자 적총하였다.
- [미 소자에서는, 제2 강자성흥(164), 제1 비자성흥(165), 제3 강자성흥(166), 제2 비자성흥(167), 강자성흥(168b), 제4 강자성흥(166)으로 자기 기록흥(172)미 구성되며 있다. 미 자기 기록흥(172)메 있어서는, 제1 비자성흥(165)을 통해 제2 및 제3 강자성흥(164, 166)미 반강자성 결합하고 있어, 제2 비자성흥(167)을 통해 제3 및 제4 강자성흥(166, 168)미 반강자성 결합하고 있다. NIFE 강자성흥(168b)은, 제3 강자성흥(166)의 자화의 값 M3과, 제2 및 제4 강자성흥(164, 168)의 자화를 대한 값 M(2+4)을 상호 다르게 하

모든 말은 진공을 깨뜨리지 않고 형성하였다. 제1 및 제2 타닐 절명통(163, 169)을 구성하는 사업은, 제 모든 그는 신송을 깨는다시 않고 영영이었다. 세기 및 세각 다릴 열년중(160) 169)를 구성하는 Alds은, Al 금속을 소퍼터한 후, 플라즈마, 산화함으로써 형성하였다. 또 기초층, 제 [반강자성흥(161) 및 제 1 강자 성흥(162)은 100㎡ 폭악 하부 배선 형상의 개구를 갖는 마스크를 통해 성막하였다. 제 1 터널 절연층 (163)으로 변환되는 Al은 접합부 형상의 개구를 갖는 마스크를 통해 성막하였다. 제 1 터널 절연층 모다 상부의 각 층은 하부 배선으로 직교하는 방향으로 연장되는 100㎡ 폭의 상부 배선 형상의 개구를 갖 는 마스크를 통해 성막하였다. 이를 공장 중에서, 진공 캠비 내에서 마들의 마스크를 교환하였다. 이렇 게 해서 전함,면적을 IOD×100세로 하였다. 또한 성막시에 1000에 자계를 인기하여, 막면 내에 일속

이 자기 저항 호과 소자에 대해, 4 단자법을 미용하여 자기 저항을 흥정한 바, 각각 약속[006의]작은 스위 청 자계로 22%의 자기 저항 변화가 관측되었다.

·프토리쪼그래피를 이용한 마세 기공에 의해 · 실시예9와 등일한 작품 구조를 포함하지만 : 실시예9보다도 집합 면적이 작은 자기 저한 효과 소자를 제작하였다. 터널 집합의 면적은 ,,5×54m 1×14m 또는 0.4x 0.44m 로 하였다. 이들의 자기 저한 효과 소자에 대해, 4 단자법을 이용하여 자기 저한을 흥청한 바. 각 120c, 250c, 350c라는 작은 자계로 자기 저항 변화가 관측되었다. 이외 같이, 집합 면적이 작아져도, 수위칭 자계는 그 만큼 현저히 증가하지 않는다. 이것은 ,자기 기록을으로서 반강자한 급합한 작품 자성 마음 이용하기 때문에, 발생하는 반자계기 소자 사이즈에 그다지 의존하지 않기 때문이라고 생각할 수 있다.

229 of

본 발명에 따르면 의하는 출력 전압치를 얻기 위해 인가 전압을 들리더라도 자가 저학 변화율이 기다지 감소하지 않고, 기업으로 인해 자하 고착총 일부의 자기 모멘트가 최전하여 출력이 처사하 지하여는 문제 도 없으며, '또한 강자성총의 모멘트를 반전시키기 위한 반전 자진을 자유롭게 설계할 수 있는 터널 집합 형 자가 저항 효과 소자 및 자기 메모리 경치를 구현할 수 있다. 본 발명에 따르면, 매모리델의 혹소에 따르는 자기 기록총의 자화를 반전시키기 위한 반전 자장의 증기를 의제할 수 있는 터널 집합형 자기 저항 효과 소재 및 자기 메모리 장치를 구현할 수 있다.

본 발명에 따르면, 조판 주업에 적합한 구조를 포함하고 배천 및 TME 생지에 존르는 전류, 밀도를 주 있는 거기 메모리 중차 및 미리한 자기 메모리 중치에의 기일 방법을 제공할 수 있다.

(T) 27-11 WA

참구한 1

제(반강자성흥/제) 강자성흥/제(유전체흥/제오 암자성흥/제2 유전체흥/제3 강자성흥/제2 반강자성흥이 적흥된 강자성 미중 단말 집안을 포함하고. 상기·제중강자성흥미(Co)기 합금 좋은 Lo 기 합금/제·Fe 합금/Co, 기 합금으로 구성된 3층막으로 미루어지

살기 제가 내지 제3 강지성층에 타닐 전류가 흐르는 것을 특징으로 하는 자기 저항 효과 소자,

제 형에 있어서, 생기 co 기 함금 또는 Co 기 함금/NU Eo 합금/Co 기 함금으로 구성된 3층만의 및 도제기 1는 5m 인 기 등 등 등 조으로 하는 지기 지장 효과 살자.

제 항에 가지된 자기 저항 효과 소자 및 트랜지스터 혹은 다미오드를 포함하는 메모리셀이 머리이렇으로 배치되어 있는 것을 들으으로 하는 자기 메모리 장치.

제형에 있어서, 살기 자기 저항 효과 소자 중 적어도 확장하의 반강자성층이 비트전의 일부를 규정하는 것을 특징으로 하는 자기 메모리 경치

청구항 5

자기 저항 효과 소자에 있어서,

제1 강자성출/제1 유전제출/제2 강자성출/제1 반강자성출/제3 강자성출/제2 유전체출/제4 강자성출이 정 흥된 강자성 이중 터널 집합을 포함하고,

상기 제기및 제4 강재성총이 Co 기 합금 또는 Co 기 합금서(-fe 합금/Co 기 합금으로 구성된 3층막으로 이루어지며,

살기 째나내지 제4 강자성층에 된날 전류가 흐르는 것을 특징으로 하는 저기 저항 효과 소자, 청구항 6

제5할에 있어서, 상기 Co 기 합금 또는 Co 기 합금 ANI—Fe 합금/Co 기 합금으로 구성된 3층밖의 막 두께가 1~5mm 인 것을 특징으로 하는 자기 저항 효과 소자.

1.5

경구한 7

제5항에 기재된 자기 저항 효과 소자 및 트랜지스터 혹은 타이오드를 포함하는 메모리엘이 머레이형으로 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 자기 메모리 장치. 경구한 8

자기 저항 효과 조자에 있어서,

제1. 반강자성흥/제1. 강자성흥/제1. 유전체흥/제2. 강자성흥/제2. 반강자성흥 /제3. 강자성흥/제2. 유전체흥/제 4. 강자성흥/제3. 반강자성흥미, 작동된, 강자성·미중, 된 날, 접합음, 포함하고,

상기 제1 및 제4 강치성총 혹은 상기 제2 및 제3 강치성총이 Ca 기 합금 혹은 C6 기 합금/Ni-Fe 합금/C6 기 합금으로 구성된 경촉막으로 마루마지며,

상기 제1 대자 제4 강자성총으로 되닐 전류가 흐르는 것을 특징으로 하는 저가 저항 호과 소자

청구한 9

제5항에 있어서, 상기 C6 기 합금 또는 C6 기 합금/사무를 합금/C6 기 합금으로 구성된 3출막의 막 문제가 1~5mm 인 것을 특징으로 하는 자기 지항 효과 소자.

청구항 10.

제6항에 가재된 자가 저항 호과 소자 및 트랜지스터 혹은 다이오드를 포함하는 메모리셀이 비해이형으로 배치되는 것을 특징으로 하는 자카(메모리 장치.

청구한 11

제10호에 있어서, 상기 자기 저한 효과 소자 중 적어도 최상총의 반강자성총이 바트전의 일부를 구성하는 것을 특징으로 하는 자기 메모리 경치

청구하 12

人人的总 阿尔安 拉克 達比 大人

제1. 강자성흥/제4. 유전체흥/제2. 강자성흥/제1. 비자성흥/제3. 강자성흥/제2. 비자성흥/제4. 강자성흥/제2. 유전체흥/제5. 강자성흥미·적흥된 강자성 미중 터널 접합을 포함하고,

상호 면접하는 제2, 제3, 제4 강자성총이 바자성총을 통해 변강자성 결합하고 있고, 상기 제1 및 제5 강 자성총이 Go 기 합금 혹은 Go 기 합금/N1-Fe 합금/Go 기 합금으로 구성된 3층 막으로 이루어지며,

상기 제1 내지, 제5 강자성층에 터널 전류가 흐르는 것을 특징으로 하는 자기 저항 효과 소자.

청구한 13

제12형에 있어서, 상기 66 기 합금 혹은 66 기 합금/Ni-Fe 합금/Co 기 합금으로 구성된 3층막의 막 두께 가 1~5mm 인 것을 특징으로 하는 지기 저항 효과 소자.

청구항 14

제(2호에 기재된 자기 저항 효과 소차 및 트랜자스터 혹은 EO 오드를 포함하는 메모리셀이 어레이행으로 배치되는 것을 특징으로 하는 자기 메모리 장치.

청구한 15

자화 방호이 고착된 제1 자화 고착총, 제1 유전체총, 자화 방호이 반전 가능한 자기 기록총, 제2 유전체 총 및 자화 방호이 교착된 제2 자화 고착총을 포함하고

심기 지기 기록층미 자연층, 비자연층 및 자연층으로 규정된 3층마을 포함하고, 삼기 3층마을 규정하는 ? 개의 자연층은 반강자성 결합하면,

상기 2개의 자화 고착통의 유전체총에 접하는 영역의 자회가 실질적으로 반 평행한 것을 특징으로 하는

경구항 16.

제 5항에 기재된 자기 메모리 장치를 구성하는 상기 제1 혹은 제2 자화 고착층을 통해 상기 자기 기록층 에 스핀 전류를 공급합과 동시에, 기입용 배선에 전류를 흘려 상기 자기 기록층에 전류 자계를 인기하는 것을 특징으로 하는 자기 메모리 장치로인 기업 방법

청구한 17

자화 방향이 고착된 제1 자화 고착총, 제1 유전체총, 자화 방향이 반전 가능한 자기 기록총, 제2 유전체 총 및 자화 방향이 고착된 제2 자화 고착총을 포함하고,

상기 자기 기록층이 자전층, 비자선층 및 자성층으로 구성된 3층막을 포함하고, 상기 3층막을 구성하는 2 개의 자성층이 반강자성 결합하고,

상기 제2 자화 고착총이 자성총, 비자성총 및 자성총의 3총막을 포함하고, 상기 3층막을 구성하는 2개의

38-20

자성층이 반강자성 결합하고,

상기 제1 자화 고착층의 길이가 상거 제2 자화 고착층 및 상기 자기 기록층의 길이보다 길게 형성되며, 상가 2개의 자화, 교착용의 유전체용에 잡하는 영역의 자회가 실질적으로 반 명행한 것을 특징으로 하는 자기 메모리 장치,

경구항 18

从10只是10天空。但是15天

제 [반강자성흥/제][강자성흥/제][타날 철연룡/제2 강자성흥/제] 바지성흥/제3 강지성흥/제2 비자성흥/제 4 강자성흥/제2 타날 철연흥/제5 강자성흥/제2 반강자성흥미 적흥된 강자성 미중 타닐 접합을 포함하고,

제2 및 제3 강자성층만 제1비자성층을 통해 반강자상 결합하며

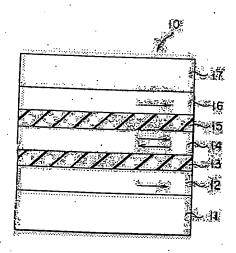
제3 및 제4 강자성층에 제2 비자성층을 통해 반강자성 결합하는 것을 특징으로 하는 자기 저한 효과 소자.

청구한 19

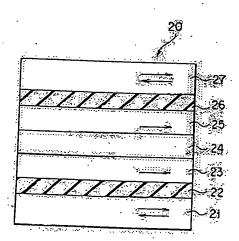
제 19항에 의재된 저기 저항 효과 소자 및 트랜지스터 혹은 일이오드를 포함하는 메모라엘이 데레이형으로 배치되는 것을 들장으로 하는 자기 메모리 장치

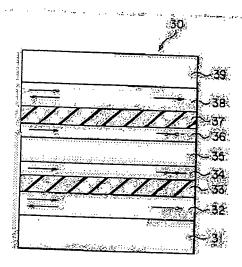
£Ø.

COL

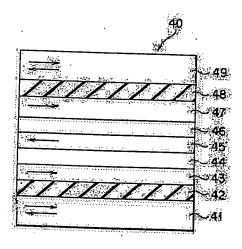


⊊ñ2

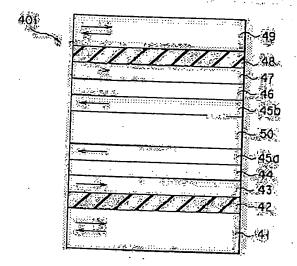




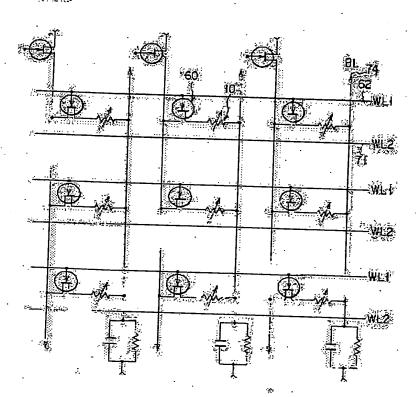
E DIA

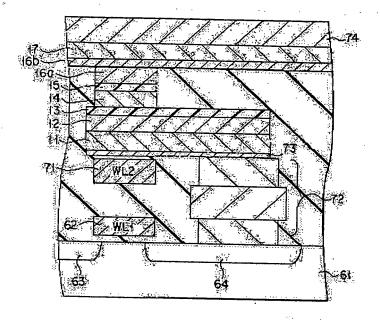


40

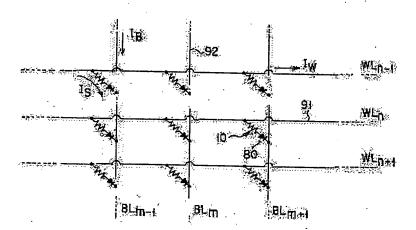


EEB

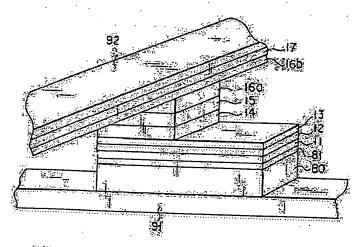




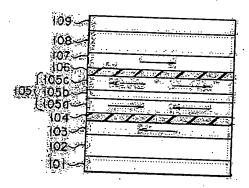
<u> EPØ</u>

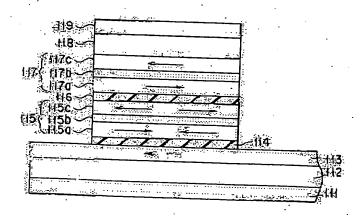


*⊆e:*0

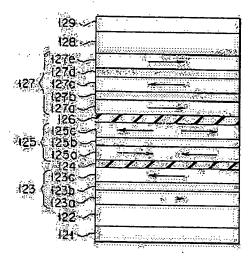


SE DE 10

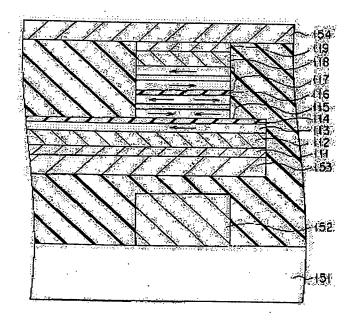




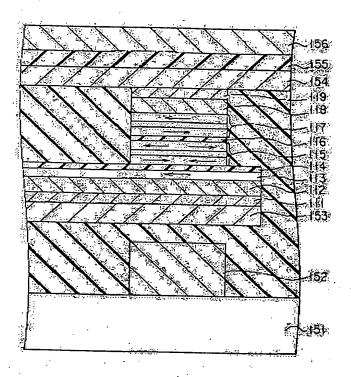
*<u>E</u>P***12**



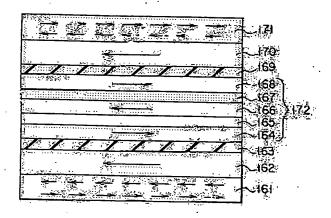
EPI3



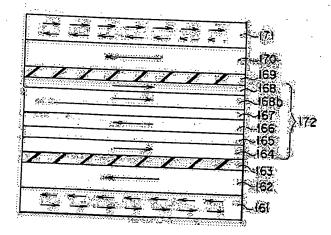
<u>5014</u>



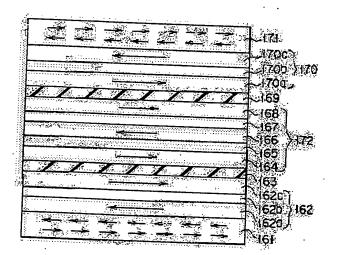
£#15



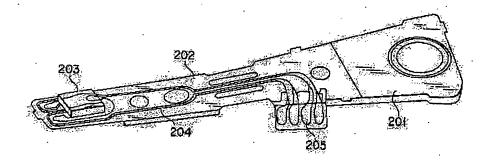
5018

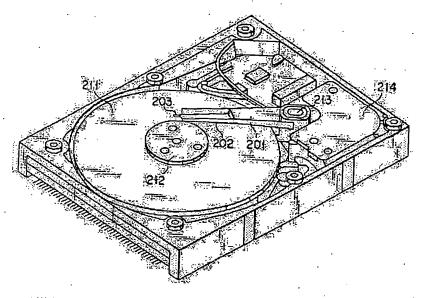


-FB17

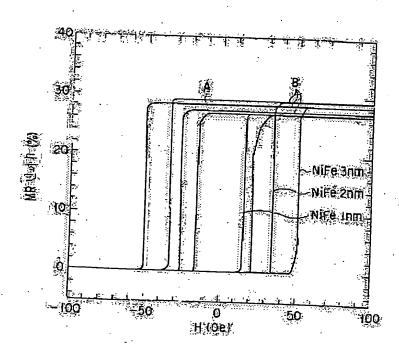


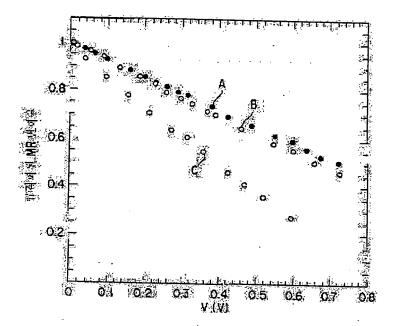
EP 18



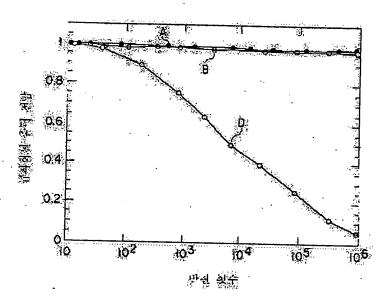


£₽'20

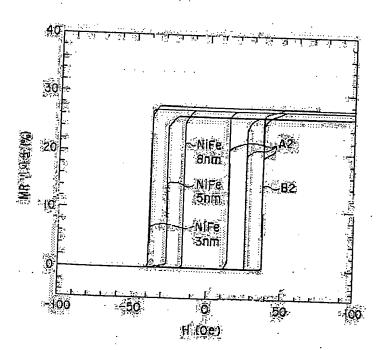




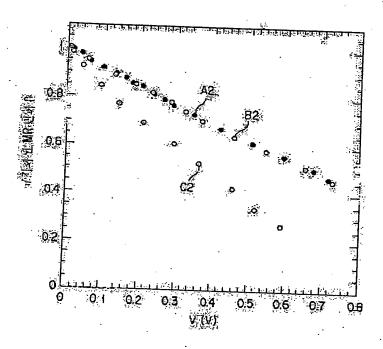
5000



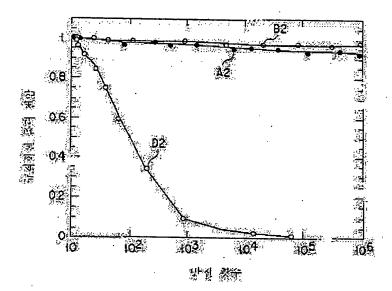




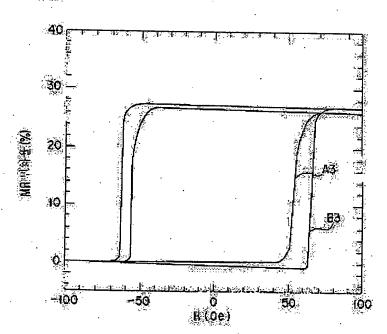
LON

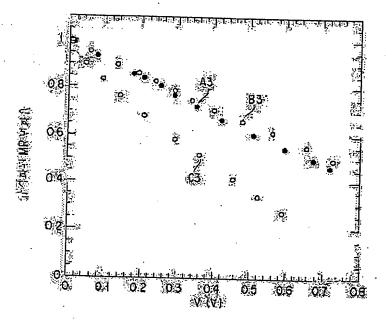




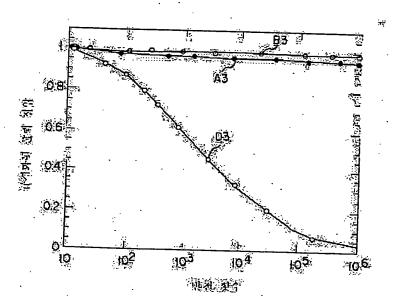


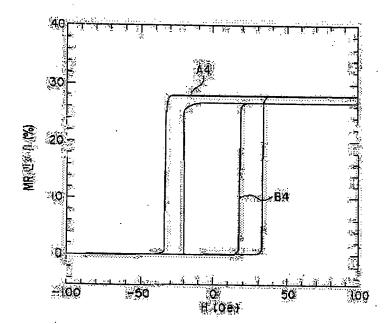
£039



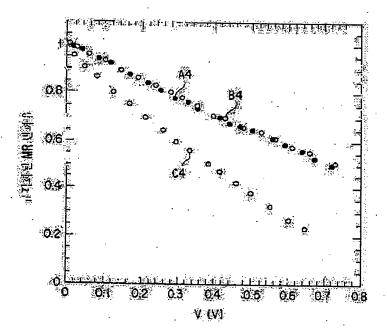


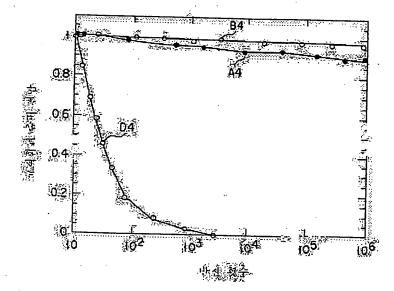
EB/M



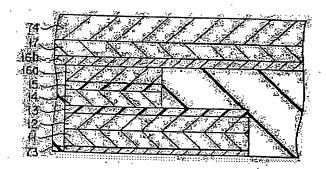


£2930

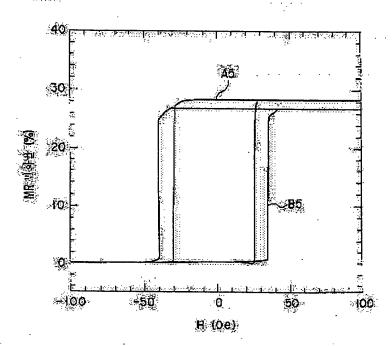




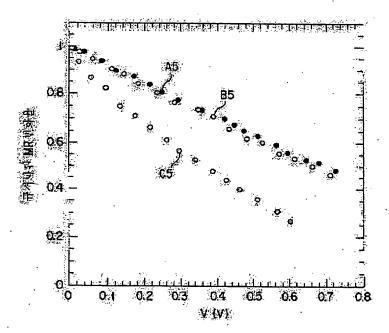
5032



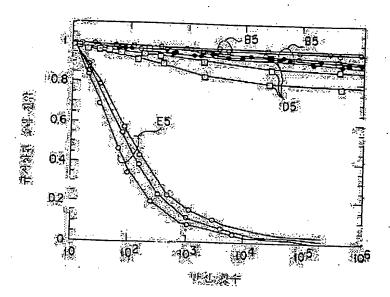


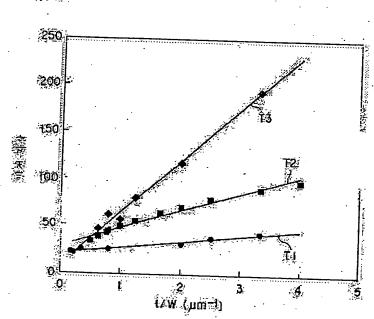


5034

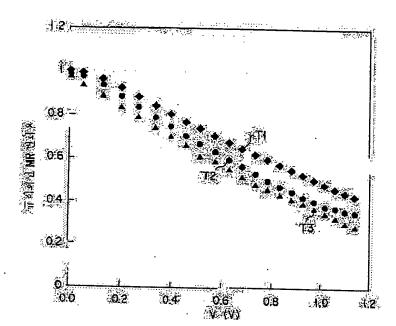












This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:
☐ BLACK BORDERS
☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
☐ FADED TEXT OR DRAWING
☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
OTHER:

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.